



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
**CENTRO TECNOLÓGICO**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO**

**SELEÇÃO DE ÁREAS PARA O SISTEMA DE TRATAMENTO  
E DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DE  
FLORIANÓPOLIS/SC**

Dissertação de Mestrado Submetida ao Curso de  
Pós-Graduação em Engenharia Civil – Opção  
Cadastro Técnico Multifinalitário, como parte  
Dos Requisitos para a Obtenção do Título de  
Mestre em Engenharia Civil.

**SÁLVIO JOSÉ VIEIRA**

**Florianópolis, dezembro de 1999.**

**SELEÇÃO DE ÁREAS PARA O SISTEMA DE TRATAMENTO E  
DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DE FLORIANÓPOLIS/SC.**

**SÁLVIO JOSÉ VIEIRA**

**Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.**

**Área de Concentração: Cadastro Técnico Multifinalitário**

**Orientadora: Profa. Édis Mafra Lapolli, Dra.**

**Florianópolis – SC**

**1999**

VIEIRA, Sálvio José. **Seleção de Áreas para o Sistema de Tratamento e Disposição Final dos Resíduos Sólidos de Florianópolis/SC.** Florianópolis, 1999. 126 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina.

Orientadora: Profa. Édis Mafra Lapolli, Dra.

Defesa: 16/12/1999.

Resumo da dissertação:

Esta pesquisa apresenta como resultado áreas selecionadas para o sistema de tratamento e disposição final de resíduos sólidos do município de Florianópolis, Santa Catarina. Essas áreas foram analisadas sob critérios técnicos, sociais e ambientais, utilizando-se técnicas de geoprocessamento, com o intuito de facilitar a tomada de decisões quanto às alternativas a serem implementadas no município, na gestão integrada dos resíduos sólidos.

## FOLHA DE APROVAÇÃO

Dissertação defendida e aprovada em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_\_,  
pela comissão examinadora

---

Profa. Édis Mafra Lapolli, Dra. - Orientadora / Moderadora

---

Profa. Sandra Sulamita Nahas Baasch, Dra.

---

Profa. Glaci Trevisan Santos, Dra.

---

Profa. Dora Maria Orth, Dra.

---

Prof. Jucilei Cordini, Dr. - Coordenador do CPGEC

## **DEDICO**

Á Deus, que me deu perseverança para continuar lutando, com fé e paz de espírito no caminho a ser trilhado.

À minha amante esposa **Marilene**, pela compreensão do tempo destinado a este trabalho, .....

Às minhas amadas meninas **Francine** e **Susana** pela compreensão da ausência e expectativa.

À meus pais José (in memorian) e Ondina e aos irmãos....., pelo estímulo e o entusiasmo que me dedicaram.

## AGRADECIMENTOS

Queremos aqui externar nossos mais sinceros agradecimentos a todas as pessoas e entidades, cuja colaboração possibilitou a realização desta dissertação.

À Professora Dra. **Édis Mafra Lapolli**, por ter aceito a orientação, e principalmente pela precisa orientação, sem a qual não atingiríamos os objetivos.

À **Universidade Federal de Santa Catarina**, ao **Centro Tecnológico**, em especial ao **Departamento de Engenharia Civil**, pelo apoio durante a realização do Curso e pela permissão concedida para a realização de mais esta etapa da minha vida acadêmica.

Às Professoras **Dora Maria Orth**, **Glaci Trevisan Santos** e **Sandra Sulamita Nahas Baasch**, e ao Amigo e Professor **Cláudio César Zimmermann**, pelos fornecimentos de materiais, incentivo e apoio, que serviram de estímulo para a conclusão desta dissertação.

Aos demais **Professores do Pós-Graduação em Engenharia Civil**, pela dedicação no desempenho da função ensino-aprendizado e aos **Funcionários** do Departamento de Engenharia Civil, pelo apoio e incentivo.

À Gerência de Resíduos Sólidos - **GERES**, em especial ao Engenheiro **Robson Ávila Wolff**, pelo fornecimento de relatórios e informações da área.

À Fundação de Amparo ao Meio Ambiente/SC – **FATMA**, em especial na pessoa do colega de Curso, Engenheiro Agrimensor **Adhyles Bortot**, pelo fornecimento da coletânea de Legislação Ambiental Brasileira e também do Estado de Santa Catarina.

À Companhia de Melhoramentos da Capital – **COMCAP**, em especial a Engenheira Sanitarista **Flávia Vieira G. Orofino**, pelo fornecimento de informações a respeito do sistema de coleta e destino final dos resíduos sólidos do Município de Florianópolis.

À todos os **demais colegas**, em especial **a equipe do LABCIG** que, de todas as formas, contribuíram para a realização desta dissertação;

O meu mais sincero: **MUITO OBRIGADO.**

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>xiii</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>xv</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....</b>	<b>xvi</b>
<b>LISTA DE ANEXOS .....</b>	<b>xviii</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>xix</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xx</b>
 <b>CAPÍTULO I</b>	
<b>1 – INTRODUÇÃO .....</b>	<b>001</b>
1.1 – ORIGEM DO TRABALHO .....	001
1.2 – OBJETIVOS DO TRABALHO .....	002
1.2.1 – Objetivo Geral .....	002
1.2.2 – Objetivos Específicos .....	003
1.3 - IMPORTÂNCIA E JUSTIFICATIVA DO TRABALHO .....	003
1.4 - ESTRUTURA DO TRABALHO .....	004
 <b>CAPÍTULO II</b>	
<b>2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>006</b>
2.1 - RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS .....	006
2.1.1 – Introdução .....	006
2.1.2 – Geração de Resíduos Sólidos .....	006
2.1.3 - Acondicionamento e Armazenamento dos Resíduos Sólidos .....	008
2.1.4 – Coleta e Transporte dos Resíduos Sólidos ( fase externa) .....	008
2.1.5 – Estações de Transferência e Transporte .....	009
2.1.6 – Tratamento dos Resíduos Sólidos .....	010
2.1.7 – Disposição Final dos Resíduos Sólidos .....	011

2.2 – MAPEAMENTO TEMÁTICO .....	015
2.2.1 – Introdução .....	015
2.2.2 – Base Cartográfica .....	015
2.2.3 – Base Cartográfica Digital .....	016
2.2.4 – Mapeamento Geotécnico .....	018
2.2. 5 – Mapeamento Hidrogeológico .....	019
2.3 – SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG) .....	021
2.3.1 – Introdução .....	021
2.3.2 – Estruturas e Componentes do SIG .....	022
2.3.3 – Entrada e Conversão de Dados .....	023
2.3.4 - Armazenamento e Gerenciamento das Base de Dados .....	024
6.3.5 - Transformação ou Processamento dos Dados .....	024
2.3.6 – Análise de Dados e Modelagem .....	025
2.3.7 – Saída de Dados .....	026
2.4 - SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG) E AS METODOLOGIAS POR CRITÉRIOS MÚLTIPLOS .....	027
2.5 – LEGISLAÇÃO AMBIENTAL BRASILEIRA E OS RESÍDUOS SÓLIDOS ...	030
2.5.1 – Introdução .....	030
2.5.2 – Legislação Federal .....	031
2.5.3 – Legislação Estadual .....	032
2.5.4 – Legislação Municipal .....	034
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>3 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....</b>	<b>038</b>
3.1 – DEFINIÇÃO DA ÁREA .....	038
3.2 – CLIMA .....	040



3.3 – GEOLOGIA .....	040
3.4 – GEOMORFOLOGIA E RELEVO .....	044
3.5 – RECURSOS HÍDRICOS .....	045
3.6 - UNIDADES GEOTÉCNICAS .....	046
3.6.1 - Unidade PVg - Podzólico Vermelho-Amarelo, Substrato Granito .....	046
3.6.2 - Unidade PVd - Podzólico Vermelho-Amarelo, Substrato Diabásio .....	046
3.6.3 - Unidade Cg - Cambissolos, Substrato Granito .....	047
3.6.4 - Unidade Cde - Cambissolos com substrato Depósito de Encosta .....	047
3.6.5 - Unidade PZsq - Podzol Hidromórfico mais Areia Quartzosas Hidromórficas .	048
3.6.6 - Unidade Gsq - Gleí Pouco Húmico, substrato Sedimentos Quaternários .....	048
3.6.7 - AQrd - Areias Quartzosas das Rampas de Dissipação, substrato Sedimentos Arenosos bem selecionados de Ambientes Marinho Litorânea e Eólico Retrabalhado .....	049
3.6.8 - Unidade AQsq - Areias Quartzosas, substrato Sedimentos Quaternários .....	049
3.6.9 - Unidade Hosq - Solos orgânicos, substrato sedimentos quaternários .....	050
3.6.10 - Unidade SMSq - Solos de Mangues com substrato sedimentos quaternários..	050
3.6.11 - Unidade DNSq - Dunas, substrato sedimentos quaternários .....	050
3.6.12 - Unidade R – Litólicos .....	051
3.6.13 - Unidade AR .....	051

## **CAPÍTULO IV**

<b>4 - METODOLOGIA UTILIZADA .....</b>	<b>053</b>
4.1 – MATERIAIS E FERRAMENTAL TECNOLÓGICO UTILIZADOS .....	053
4.2 - METODOLOGIA .....	055
4.2.1 - Inventário e Análise dos Dados Existentes da Área de Estudo .....	056
4.2.2 - Separação dos Diversos Níveis de Informações .....	056

4.2.3 – Definição dos Diversos Critérios Técnicos para Escolha das Áreas .....	057
4.2.4 - Geoprocessamento das Informações (espaciais e alfanuméricas) .....	058
4.2.5 - Avaliação das Áreas Seleccionadas .....	059

## **CAPÍTULO V**

<b>5 - GEOPROCESSAMENTO DAS INFORMAÇÕES ESPACIAIS E ALFANUMÉRICAS .....</b>	<b>060</b>
5.1 – INTRODUÇÃO .....	060
5.2 – PASSAGEM DO MEIO ANALÓGICO PARA O MEIO DIGITAL .....	060
5.3 – TRANSFORMAÇÃO DOS ARQUIVOS .DGN PARA .DXF .....	061
5.4 – VETORIZAÇÃO DE ARQUIVOS .....	061
5.5 – RASTERIZAÇÃO DOS ARQUIVOS VETORIAIS .....	064
5.5.1 – Definição dos parâmetros espaciais da área de estudo .....	064
5.5.2 – Copiar os parâmetros da imagem branca para todos os arquivos vetoriais .....	065
5.5.3 – Rasterização dos arquivos vetoriais .....	065
5.6 – MODELO DIGITAL DO TERRENO .....	066
5.6.1 – Interpolação das curvas de nível .....	068
5.6.2 – Reclassificação dos valores negativos .....	068
5.6.3 – Mapa de declividade .....	070
5.6.4 – Reclassificação do mapa de declividade por faixa .....	070
5.7 – APLICAÇÕES DOS CRITÉRIOS TÉCNICOS E DAS RESTRIÇÕES AMBIENTAIS, E JURÍDICAS (LEGAIS) NA SELEÇÃO DE ÁREAS, ATRAVÉS DOS OPERADORES DE DISTÂNCIA, RECLASSIFICANDO E FAZENDO OS CRUZAMENTOS DAS IMAGENS.....	070
5.7.1 – Faixa de declividade ideal para aterro sanitário .....	071
5.7.2 – Operadores de distância .....	071

5.7.3 – Faixa de distância imposta pelas condições e restrições técnicas para aterro sanitário .....	072
5.8 – CRUZAMENTO DAS INFORMAÇÕES ESPACIAIS PARA OBTENÇÃO DAS ÁREAS PARA AS DIVERSAS FINALIDADES .....	074
5.8.1 – Obtenção de áreas para aterro sanitário .....	074
5.8.2 – Obtenção de áreas para centro de triagem e usina de compostagem .....	078
5.8.3 – Obtenção de áreas para estação de transbordo ou estação de transferência .....	082
<b>CAPÍTULO VI</b>	
<b>6 - APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....</b>	<b>083</b>
6.1 – APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS .....	083
6.2 – ANÁLISE DAS ÁREAS SELECIONADAS PARA AS DIVERSAS FINALIDADES .....	084
6.2.1 – Áreas para aterros sanitários .....	084
6.2.2 – Áreas para centro de triagem e usina de compostagem .....	086
6.2.3 - Área para estação de transferência ou transbordo .....	088
6.3 – VERIFICAÇÃO “IN LOCO” DO ATENDIMENTO DOS ASPECTOS TÉCNICOS E AMBIENTAIS DAS ÁREAS SELECIONADAS .....	090
6.4 – ANÁLISE DO “SOFTWARE IDRISI FOR WINDOWS V. 2.0”, UTILIZADO NO GEOPROCESSAMENTO .....	092
<b>CAPÍTULO VII</b>	
<b>7 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA FUTUROS TRABALHOS.</b>	<b>093</b>
7.1 – CONCLUSÕES .....	093
7.2 – SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS .....	095

<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>096</b>
<b>APÊNDICE .....</b>	<b>105</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	Estrutura lógica de uma base cartográfica digital .....	017
Figura 3.1	Mapa de localização do Município de Florianópolis .....	039
Figura 3.2	Toposequência Típica dos Solos de Florianópolis .....	052
Figura 4.1	Fluxograma da metodologia utilizada para escolha de área para o tratamento e disposição final de resíduos sólidos.....	055
Figura 5.1	Sistema viário principal do Município de Florianópolis.....	063
Figura 5.2	Área de Preservação Permanente do Município de Florianópolis..	067
Figura 5.3	Reclassificação do valores negativos da interpolação das curvas de nível .....	069
Figura 5.4	Superfície de distância do perímetro do Município de Florianópolis .....	073
Figura 5.5	Fotografia terrestre do local da área selecionada para aterro sanitário ao Norte da Ilha de Santa Catarina .....	076
Figura 5.6	Fotografia aérea do local da área selecionada para aterro Sanitário, próximo à Praia dos Ingleses .....	076
Figura 5.7	Fotografia terrestre do local da área selecionada para aterro sanitário no Sul da Ilha de Santa Catarina .....	077
Figura 5.8	Fotografia aérea do local da área selecionada para aterro sanitário próximo à Base Aérea e ao Aeroporto .....	077
Figura 5.9	Fotografia terrestre do local da área selecionada para centro de triagem e usina de compostagem ao Norte da Ilha de Santa Catarina .....	080
Figura 5.10	Fotografia aérea do local das áreas selecionadas para centro de triagem e usina de compostagem, acesso à Praia dos Ingleses..	080

Figura 5.11	Fotografia terrestre do local das áreas selecionadas para centro de triagem e usina de compostagem, no acesso novo de ligação da SC-405 à localidade da Tapera.....	081
Figura 5.12	Fotografia aérea do local das áreas selecionadas para centro de triagem e usina de compostagem ao Sul da Ilha de Santa Catarina .....	081
Figura 6.1	Comunicação de Bancos de Dados: Áreas para Aterros Sanitários	085
Figura 6.2	Comunicação de Bancos de Dados: Áreas para Centro de Triagem e Compostagem .....	087
Figura 6.3	Comunicação de Bancos de Dados: Área para Estação de Transferência .....	093
Figura 6.4	Fotografia aérea do local da estação de transferência .....	089

## LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1	Coluna estratigráfica da Ilha de Santa Catarina .....	042
Tabela 5.1	Arquivos Vetoriais e Atributos .....	062
Tabela 5.2	Parâmetros espaciais da imagem branca da área de estudo .....	064
Tabela 5.3	Arquivos rasterizados da área de estudo .....	066
Tabela 5.4	Reclassificação do mapa de declividade por faixa .....	070
Tabela 5.5	Reclassificação do mapa de declividade para aterro sanitário ....	071
Tabela 5.6	Feições espaciais nas quais foram geradas superfícies de distância .....	072
Tabela 5.7	Faixas de distâncias das feições espaciais para aterro sanitário ...	074
Tabela 5.8	Cruzamentos feitos na obtenção de áreas para aterro sanitário .....	075
Tabela 5.9	Reclassificação do mapa de declividade para centro de triagem e usina de compostagem .....	078
Tabela 5.10	Faixas de distâncias das feições espaciais para centro de triagem e usina de compostagem .....	078
Tabela 5.11	Cruzamentos feitos na obtenção de áreas para centro de triagem e usina de compostagem .....	079

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABGE	Associação Brasileira de Geologia de Engenharia
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CIM	Carta Internacional ao Milionésimo
COMCAP	Companhia de Melhoramento da Capital
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPGEC	Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CTC	Capacidade de Troca Catiônica
DISA	Diretoria de Saneamento Ambiental
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FATIMA	Fundação de Amparo a Tecnologia e ao Meio Ambiente
GIS	<i>Geographic Information System</i>
GERES	Gerência de Resíduos Sólidos
GPS	<i>Global Position System</i>
GRANFPOLIS	Associação dos Municípios da Grande Florianópolis
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPT	Instituto de Pesquisa Tecnológica
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPUF	Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis
LABCIG	Laboratório de Ciências Geodésicas
LABMAG	Laboratório de Mapeamento Geotécnico
NBR	Normas Brasileiras
PEC	Padrão de Exatidão Cartográfica



pH	Potencial Hidrogenônico
SAD/69	<i>South American Datum / 1969</i>
SEDUMA	Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SISNAMA,	Sistema Nacional do Meio Ambiente
TM	<i>Thematic Mapping</i>
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UNESCO	Organização das Nações Unidas para Educação, a Ciência e a Cultura
UTM	Universal Transversa de Mercator

## LISTA DE APÊNDICE

APÊNDICE 1	Mapa de Uso do Solo do Município de Florianópolis, com Áreas selecionadas para o Sistema de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos .....	105
------------	---	-----

## RESUMO

VIEIRA, Sálvio José. Seleção de Áreas para o Sistema de Tratamento e Disposição Final dos Resíduos Sólidos de Florianópolis/SC. Florianópolis, 1999, 108 p. – UFSC, Santa Catarina.

No Brasil, em quase todas as cidades, o lixo urbano é disposto em vazadouros, a céu aberto, muitas vezes queimado, o que cria condições insalubres e gera um ambiente propício para proliferação de vetores (moscas, baratas, mosquitos, roedores), poluindo os solos, cursos d'água e o ar; alterando a qualidade dos elementos (litosfera, hidrosfera e atmosfera) que integram a biosfera. Com a crescente urbanização do município de Florianópolis e o crescente aumento populacional, acompanhado com as alterações de consumo e aumento da produção dos resíduos sólidos, a municipalidade necessita das alternativas tecnicamente corretas quanto às áreas disponíveis para o tratamento e disposição final dos resíduos sólidos, levando em consideração os aspectos técnicos, sócio-políticos, fisiográficos, hidrogeológicos e climáticos. A metodologia utilizada neste trabalho, na seleção de áreas para o tratamento e disposição final de resíduos sólidos, consiste das seguintes etapas: análise dos dados existentes da área de estudo; separação dos diversos níveis de informações; definição dos diversos critérios técnicos para escolha das áreas; geoprocessamento das informações (espaciais e alfanuméricas); e análise das áreas selecionadas. Esta pesquisa apresenta como resultado áreas selecionadas para o sistema de tratamento e disposição final de resíduos sólidos do município de Florianópolis, Santa Catarina. Essas áreas foram analisadas sob critérios técnicos, sociais e ambientais, utilizando-se técnicas de geoprocessamento, com o intuito de facilitar a tomada de decisões quanto às alternativas a serem implementadas no município, na gestão integrada dos resíduos sólidos.

**PALAVRAS CHAVE:** Seleção de Áreas; Tratamento de Resíduos Sólidos; Disposição Final de Resíduos Sólidos; Técnicas de Sensoriamento Remoto e de Geoprocessamento.

## **A B S T R A C T**

VIEIRA, Sálvio José. Selection of Areas for the System of Treatment and Final Disposition of the Solid Residues of Florianópolis/SC. Florianópolis, 1999, 108 p. - UFSC, Santa Catarina.

In almost every city of Brazil, the urban garbage is disposed in refuse dumps, and left many times burning in the open air, which creates insalubrious and favorable conditions for the proliferation of vectors (flies, cockroaches, mosquitoes, rodents), for the pollution of the soil, the air, and courses of water, and for the modification of the quality of the elements that integrate the biosphere (lithosphere, hydrosphere and atmosphere). Before the growing urbanization and the alteration of the consuming habits of the municipal district of Florianópolis, and before the increase of the production of the solid residues that accompanies them, the municipality feels the need of technically correct alternatives related to the availability of areas destined to the treatment and to the final disposition of the solid residues; always taking into consideration the technical, socio-political, physiographical, hydrogeological, and climatic aspects. The methodology used in the selection of areas for the treatment and final disposition of solid residues consists of the following stages: analysis of the existent data related to the area of study; separation of the different levels of information, definition of the several technical approaches for the choice of the areas, geoprocessing of the information (spatial and alphanumeric), and analysis of the selected areas. As a result, this research presents selected areas for the treatment and final disposition of solid residues in Florianópolis, Santa Catarina, which have been analyzed under technical, social, and environmental approaches. Geoprocessing techniques, have been used with the purpose of facilitating the making of decisions related to the alternatives to be implemented in Florianópolis, within the integrated administration of the solid residues.

**KEY WORDS:** Selection of Areas; Treatment of Solid Residues; Final disposition of Solid Residues; Techniques of Remote Sensing and of Geoprocessing.

## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUÇÃO**

#### **1.1 – ORIGEM DO TRABALHO**

A produção dos resíduos sólidos pode ser encarada como resultado da sociedade humana que se aglomerou, criando as cidades. Com a industrialização e o aumento da densidade populacional, passou-se a gerar maiores quantidades de resíduos, exigindo da municipalidade a implantação de um sistema de coleta, tratamento e disposição final.

Para DOMÉNECH apud VARGAS (1998), o desenfreado aumento do consumo de produtos industrializados, de todo o tipo, que vem ocorrendo nas últimas décadas, somado à proliferação dos “descartáveis” que impregnaram os costumes das sociedades ocidentais, constituem-se nos principais responsáveis pela geração de imensas quantidades de resíduos sólidos, cuja presença no ambiente pode por em perigo a vida no planeta.

Com o crescimento das cidades, o volume de resíduos cresce sobremaneira, tornando o tratamento e o destino final um problema ambiental, devido à degradação das áreas de depósito e o risco de contaminação das populações humanas, afetando, por conseguinte, a qualidade de vida.

O Brasil produzia em 1991, segundo o IBGE, cerca de 240 mil toneladas diárias de resíduos sólidos urbanos. Esta produção continua a crescer. Um fator de preocupação é que este crescimento não é simplesmente proporcional ao crescimento populacional, mas devido às alterações nos padrões de produção e consumo das sociedades modernas, é que tem ocasionado um aumento da produção “per capita” de lixo.

No cenário atual, são poucos os municípios que vêm praticando a coleta seletiva de lixo, com recuperação e reciclagem de alguns materiais. São Paulo, Curitiba, Florianópolis e Porto Alegre são alguns deles e têm obtido algumas vantagens, tanto ambientais, econômicas e sociais, com redução do volume a ser disposto no ambiente. A

redução do volume não é tão significativa, chegando as vezes até 12 %, devido muitas vezes a uma visão fragmentada do sistema, e também, a falta de infraestrutura necessária na implantação destes programas. O programa de coleta seletiva é um processo de educação integrado e continuado das comunidades envolvidas, onde os resultados positivos aumentaram com a conscientização coletiva da população para a triagem domiciliar.

As soluções para os problemas referentes aos resíduos sólidos podem passar por níveis locais – soluções descentralizadas (bairros ou municípios) ou a nível regional – soluções centralizadas, envolvendo vários municípios. Estas soluções regionalizadas do tratamento e destino final dos resíduos sólidos, visam proteger os ecossistemas mais sensíveis, como é o caso das ilhas litorâneas.

Neste sentido, deve-se desenvolver estudos ambientais que permitam a escolha de áreas propícias para o tratamento e disposição dos resíduos sólidos (instalação de aterros sanitários, centros de triagem, usinas de reciclagem e compostagem, usina de incineração, estações de transbordo), de forma a minimizar os impactos ambientais e que venham representar soluções não paliativas para o problema.

## **1.2 – OBJETIVOS DO TRABALHO**

### **1.2.1 – Objetivo Geral**

Esta pesquisa visa apresentar levantamentos de áreas adequadas para o sistema de tratamento e disposição final de resíduos sólidos de Florianópolis, analisadas sob critérios técnicos, sociais e ambientais, utilizando técnicas de geoprocessamento.

### **1.2.2 – Objetivos Específicos**

Como objetivos específicos, tem-se:

- Estudar os aspectos topo-geomorfológico, geotécnico, hidrogeológico do município de Florianópolis, visando encontrar áreas apropriadas para o sistema de tratamento e disposição final dos resíduos sólidos;
- Utilizar técnicas de geoprocessamento na identificação dessas áreas (interpretação, cadastro, SIG (Sistema de Informações Geográficas));
- Contribuir com o município de Florianópolis na identificação dessas áreas, oferecendo subsídios e alternativas futuras, numa gestão integrada, na solução para o tratamento e disposição final dos resíduos sólidos.

### **1.3 - IMPORTÂNCIA E JUSTIFICATIVA DO TRABALHO**

No Brasil, em quase todas as cidades, o lixo urbano é disposto em vazadouros, a céu aberto, muitas vezes queimado, criando condições insalubres e gerando um ambiente propício para proliferação de vetores (moscas, baratas, mosquitos, roedores); poluindo os solos, cursos d'água e o ar; alterando a qualidade dos elementos (litosfera, hidrosfera e atmosfera) que integram a biosfera.

A geração de resíduos sólidos e seu posterior abandono no ambiente pode originar sérios problemas ambientais, os quais podem apresentar efeitos somente locais, mas também podem ser dispersos quando atingem os seres vivos através da cadeia alimentar, ampliando consideravelmente o problema.

O tratamento e disposição final dos resíduos sólidos (doméstico, industrial, agrícola, nuclear), muitas vezes, não segue as Normas Técnicas da ABNT, NBR – 8419/84 e nem a Portaria nº 053 de 01/03/1979 e nº 124 de 20/08/80, do Ministério do Interior, que apresenta normas aos projetos específicos de tratamento e disposição final de resíduos sólidos, bem como a fiscalização de sua implantação, operação e manutenção.

Para AZEVEDO (1997) apud VARGAS (1998), no país são produzidas diariamente cerca de 242 mil toneladas de resíduos, sendo que apenas 24% dos resíduos gerados recebem alguma forma de tratamento; destes, 10% são dispostos em aterros sanitários, 9% são tratados em usinas de reciclagem, 0,1% são incinerados e 13% são

dispostos em aterros controlados. Os restantes 76% são dispostos inadequadamente em lixões a céu aberto (IBGE, 1991), constituindo-se em focos constantes de poluição e contaminação ambiental.

O município de Florianópolis é caracterizado como uma cidade turística. Tem implantado o programa de coleta seletiva semanal para o município, apresenta em algumas comunidades solução descentralizada (pátios de compostagem) e mantém o sistema de coleta tradicional. A produção diária de resíduos sólidos apresenta uma variação sazonal. Em 1997, durante a baixa temporada a produção diária foi de 280 t/dia e na alta temporada foi de 340 t/dia.

Pelo exposto acima, é de fundamental importância a determinação de áreas, tecnicamente viáveis, para o sistema de tratamento e disposição final dos resíduos sólidos, tendo em vista que a produção é diária, com o esgotamento da capacidade de uma área, há necessidade imediata de outras áreas já previamente selecionadas e autorizadas para esse fim.

Com o aumento populacional e a crescente urbanização do município de Florianópolis, acompanhada das alterações nos padrões de consumo da população, por conseguinte, gerando maior produção dos resíduos sólidos, estas áreas disponíveis irão facilitar o gerenciamento do sistema, permitindo um adequado estudo de impacto ambiental, dentro da política do programa de gerenciamento costeiro.

#### **1.4 - ESTRUTURA DO TRABALHO**

Este trabalho encontra-se estruturado em sete capítulos.

Neste capítulo, a origem do trabalho, os objetivos e a justificativa da pesquisa são descritos. A finalidade é introduzir o tema da pesquisa e a estrutura do trabalho.

O segundo capítulo trata-se da fundamentação teórica, dos temas e conhecimentos necessários, abordados no desenvolvimento da pesquisa: resíduos sólidos; mapeamento temático; sistema de informações geográficas e metodologias utilizando critérios múltiplos; e a legislação ambiental brasileira, no âmbito federal, estadual e municipal, bem como as normas específicas de interesse deste trabalho.



O terceiro capítulo, dedica-se a caracterização da área de estudo, tratando-se: da definição área, sua ocupação espacial em coordenadas geográficas; descrição do clima; da geologia; da geomorfologia e relevo; dos recursos hídricos; e das unidades geotécnicas.

Dedica-se o quarto capítulo à metodologia utilizada, enfatizando todas as etapas consideradas importantes na pesquisa e os materiais e suporte tecnológico utilizados.

No quinto capítulo, trata-se especificamente do geoprocessamento utilizado nas várias etapas da pesquisa, utilizando o software IDRISI V. 2.0, na obtenção das áreas para as diversas finalidades.

No sexto capítulo, faz-se a apresentação e discussão dos resultados, enfatizando a análise para as áreas selecionadas e se os aspectos técnicos e ambientais foram atendidos. Neste capítulo, também é avaliado a utilização do software IDRISI V. 2.0, versão acadêmica, as suas limitações e desempenho.

O sétimo capítulo refere-se às conclusões a partir dos resultados obtidos e a possibilidade de aproveitamento dos resultados e também a possibilidade de aplicação da metodologia pelo órgão gestor do Município e do Estado, do sistema integrado de resíduos sólidos. Sugere-se também, o estudo mais detalhado das áreas selecionadas e a utilização de uma outra metodologia para o mesmo tema, para efeito de comparação.

Finalmente, é listada a referência bibliográfica, tanto a citada quanto a utilizada para leitura e embasamento teórico.

## **CAPÍTULO II**

### **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

#### **2.1 - RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS**

##### **2.1.1 – Introdução**

A vida moderna, especialmente nas cidades, tem transformado seus habitantes em grandes consumidores de mercadorias produzidas e empacotadas com o emprego de energia e de recursos naturais. Com isso, as populações urbanas, sujeitas aos processos industriais e das mercadorias ofertadas nos centros de consumo, são grandes produtoras de resíduos sólidos.

Os resíduos sólidos se tornaram os principais poluentes do solo e subsolo, os quais passam a ser fontes de poluição dos recursos hídricos (águas superficiais e subterrâneas), da atmosfera, devido a tratamentos e destinos inadequados empregados, agravado pelo crescimento demográfico dos núcleos urbanos e especialmente das áreas metropolitanas, causando, por conseguinte, danos à qualidade de vida.

No Brasil, algumas municipalidades como São Paulo, Curitiba, Porto Alegre e Florianópolis vem se destacando na busca de soluções, com implantação de sistema de coleta de resíduos diferenciado (coleta comum, coleta seletiva), centros de triagem e comercialização, sistema de tratamentos e/ou disposição ambientalmente adequados (incineradores, usinas de compostagem e aterros sanitários).

As atividades de gerenciamento dos resíduos sólidos, e seu processo operacional é desencadeado a partir da sua geração (domiciliar, hospitalar, industrial, comercial, capinação, varrição) e compreende as etapas de acondicionamento, coleta, transporte (estação de transferência), tratamento e destino final dos resíduos sólidos.

##### **2.1.2 – Geração de Resíduos Sólidos**

Segundo BAASCH (1995), a geração é o ponto de partida no conjunto que constitui o sistema de gerenciamento dos resíduos sólidos. Nesta fase, os materiais são avaliados pelo usuário como não tendo mais valor ou utilidade. A quantidade e

composição dos resíduos sólidos numa comunidade é função do padrão sócio-econômico de seus habitantes, da vocação da cidade (turística, serviços, industrial e outras), das características do clima, hábitos alimentares e costumes, variações na economia (recessão, estabilidade, crescimento econômico) e outros.

Para LIMA (1990), os resultados da análise do lixo de um determinado lugar não podem, nunca, ser generalizados, sob o risco de cometer-se irreparáveis equívocos. Muitos estudos têm sido realizados a fim de demonstrar a evolução da geração de resíduos através dos tempos, tanto em termos quantitativos como em termos qualitativos. Pode-se definir os seguintes fatores como os mais influentes na geração e composição dos resíduos domésticos:

a) Nível de renda familiar – A quantidade per capita de resíduos produzidos aumenta em proporção a renda familiar, já que quanto maior a renda maior o consumo e, conseqüentemente, mais desperdícios por sobras ou obsolências e, maior ocorrência de embalagens;

b) Industrialização de alimentos – O crescente desenvolvimento na industrialização de alimentos também tem influenciado na tendência para a maior quantidade de embalagens e menores quantidades de matéria orgânica, já que os alimentos vem limpos e preparados para o consumo;

c) Hábitos da População – A aquisição de alimentos em feiras livres, por exemplo, aumenta as quantidades de matéria orgânica nos resíduos. Aumento de oferta de bebidas em embalagens sem retorno tem aumentado a participação de plásticos, latas e papelão nos resíduos; e

d) Fatores Sazonais – Nas cidades turísticas litorâneas é conhecido o aumento da geração de resíduos sólidos domésticos no verão, devido a flutuação populacional. No período de final de ano, em virtude de maior consumo, os resíduos refletem as compras natalinas e o maior consumo de bebidas e alimentos.

Para BAASCH (1995), tendo os resíduos sólidos urbanos estrutura tão variada e sujeitos à influência de vários fatores, é difícil estabelecer correspondências entre população, áreas, números de domicílios e quantidades de resíduos produzidos. De acordo com os dados do IBGE (1980), no Brasil a quantidade total de resíduos coletados tinha origem em fonte domiciliar em 67% dos casos. Na região Sudeste do País são produzidas e coletadas as maiores quantidades de resíduos (62%), com percentual de 37% gerado somente no estado de São Paulo. O quociente entre o total de resíduos coletados e a população urbana do País foi estimado em 0,19 t/hab./ano.

### **2.1.3- Acondicionamento e Armazenamento dos Resíduos Sólidos**

Segundo o IPT (1995), o sistema de coleta, tratamento e disposição final dos resíduos sólidos envolve uma fase interna e outra externa. A primeira, sob a responsabilidade do gerador (residência, estabelecimento comercial, e outros), compreendendo a coleta interna, acondicionamento e o armazenamento. A fase externa é de responsabilidade das administrações municipais, através dos serviços de limpeza pública.

Para CANASSA (1992), o acondicionamento constitui a primeira etapa do processo de remoção dos resíduos sólidos. Para isso são utilizados diversos recipientes para armazenamento, tais como: vasilhas domiciliares, tambores, sacos plásticos, sacos de papel, containers comuns, containers basculantes e outros. Entre estes, os sacos plásticos são os mais utilizados.

Segundo o IPT (1995), embora o acondicionamento seja de responsabilidade do gerador, a administração municipal deve exercer as funções de regulamentação, educação e fiscalização, inclusive no caso dos estabelecimentos de saúde, visando assegurar condições sanitárias e operacionais adequadas.

### **2.1.4 – Coleta e Transporte dos Resíduos Sólidos ( fase externa)**

A operação de coleta visa recolher todos os resíduos sólidos gerados pela comunidade de forma organizada, segura e econômica, depositá-lo em locais de tratamento, em estações de transferência, ou encaminhá-los para a disposição final.

Para o IPT (1995), os resíduos sólidos precisam ser transportados mecanicamente do ponto de geração ao destino final. Esse serviço caracteriza-se pelo envolvimento dos cidadãos, que devem acondicionar o lixo adequadamente e apresentá-los em dias, locais e horários pré-estabelecidos. Em contrapartida, o poder público deve garantir a universalidade do serviço prestado e a regularidade da coleta.

O processo de coleta dos resíduos sólidos engloba desde a saída do veículo, o roteiro de coleta até a estação de transbordo ou de transferência, podendo ser de várias formas, conforme determina a NBR- 12980: a convencional, a seletiva e a especial.

A convencional está associada a coleta dos resíduos domiciliares, comerciais, industriais e de limpeza de vias públicas. Em função do tipo de acondicionamento, pode ser coletado ao longo de vias públicas ou de forma pontual através de containers.

A coleta seletiva refere-se aos resíduos que passaram pelo processo de triagem na própria fonte geradora (nos domicílios, nas indústrias, no comércio), ou nos centros de triagem (local onde ocorre a segregação dos materiais, de forma manual ou por separadores magnéticos), dos componentes que podem ser recuperados, mediante um acondicionamento distinto para cada componente ou grupo de componentes, para serem reutilizados ou reaproveitados como fonte de matéria prima na produção de novos produtos. De acordo com IPT (1995), ela deve estar baseada no tripé tecnologia (para efetuar a coleta, separação e reciclagem), informação (para motivar o público alvo) e mercado (para absorção do material recuperado).

A coleta especial refere-se aos resíduos contaminados, como por exemplo, os resíduos dos serviços de saúde, radioativos e outros. Neste caso, os resíduos são acondicionados em recipientes específicos, conforme preconizado pela legislação e coletados de forma separada em viaturas especiais.

Os veículos utilizados para a coleta, conforme NBR12980/93, são do tipo Coletor de Caçamba Aberta, Coletor Tipo Baú (convencional) e Coletor Compactador (em locais de alta concentração de lixo).

### **2.1.5 – Estações de Transferência e Transporte**

As estações de transferência ou transbordo são locais onde os veículos coletores transferem os resíduos coletados aos veículos transportadores. Esses locais devem ser escolhidos criteriosamente de forma a evitar problemas de ordem social, econômica e ambiental.

Para o IPT (1995), as grandes distâncias a serem vencidas até o ponto de destinação final dos resíduos recomendam o uso de estações de transferência que limitem o percurso dos veículos coletores, gerando maior economia e permitindo o transporte do lixo em veículos transportadores com capacidade entre 40 e 60 m<sup>3</sup>, com custos unitários de transporte usualmente reduzidos.

Segundo JUNIOR (1996), a localização da estação de transferência, deve obedecer os seguintes itens: mais próxima possível da área a ser coletada; posição estratégica em relação às vias de transporte; construção em local que possibilite o mínimo de objeção da comunidade; viabilidade econômica de operacionalização; possibilidades de adoção de soluções conjuntas, agrupando comunidades, no que concerne à disposição final dos resíduos sólidos.

Além destas preocupações, a administração de serviços públicos deverá atender condições de estética, segurança e higiene para a instalação e operação das estações de transferência.

A etapa de transporte, passa por duas fases: das rotas de coletas até a estação de transferência e, desta, até o seu destino final, e quando não houver necessidade da estação de transferência, onde pequenas distâncias (10 km) são percorridas até o ponto de destinação final dos resíduos, haverá apenas uma fase: das rotas de coletas até o destino final.

No entanto, podem ocorrer casos em que os resíduos sólidos são reciclados em estações de tratamento ou incinerados. Os resíduos resultantes destes processos, serão transportados para um aterro sanitário.

### **2.1.6 – Tratamento dos Resíduos Sólidos**

Segundo VARGAS (1998), a escassez de recursos naturais e energéticos e a nova ordem ambiental e econômica que está se estabelecendo no mundo moderno, têm feito com que práticas produtivas e a relação homem/ambiente sejam repensadas. Neste contexto, pelas exigências cada vez maiores da sociedade, dos países desenvolvidos e de organizações governamentais e não governamentais, e do mercado consumidor, novas estratégias de desenvolvimento econômico e social tem sido compatibilizadas com a preservação ambiental e a melhoria da qualidade de vida.

Segundo PEREIRA NETO (1996), os resíduos sólidos urbanos, podem ser definidos como uma massa heterogênea de restos das atividades humanas, considerados pelos geradores como inúteis, indesejáveis ou descartáveis, parte dos quais podem ser reciclados ou parcialmente utilizados, gerando entre outros benefícios, economia de energia e a preservação de recursos naturais.

Para AZEVEDO (1997), a redução da quantidade de resíduos passa, necessariamente, por uma mudança de conceitos e hábitos relacionados à produção e ao consumo. Esta pode ser conseguida através de alterações nos processos produtivos (métodos de processamento e matérias primas); pela mudanças de atitudes, hábitos e comportamentos ligados ao consumo, a produção de resíduos (educação ambiental); pelo emprego de tecnologias limpas (produtos/resíduos biodegradáveis e/ou reutilizáveis); pelas medidas políticas adotadas (legislação específica para o setor).

Segundo o IPT (1995), o tratamento do lixo pode ser feito em dois processos: segregação dos diversos componentes existentes no lixo visando a sua reciclagem e conseqüente redução no volume aterrado; incineração dos resíduos visando a sua redução e inertização, se possível, com recuperação de energia.

O primeiro processo pode ocorrer em uma área destinada à instalação de **usina de triagem/compostagem**, onde os resíduos são separados por triagem manual ou separador magnético. Para AZEVEDO (1997), este tratamento propicia a reutilização destes produtos como matéria prima para a indústria (caso dos materiais inertes como papel, papelão, plástico, vidro, metais) ou como insumo agrícola através da utilização do composto orgânico, obtido através do tratamento da fração orgânica por compostagem.

O segundo processo refere-se à instalação, em uma área de uma **usina de incineração**, a qual é uma instalação especializada, onde se processa a queima controlada do lixo, com a finalidade de transformá-lo em matéria estável e inofensiva à saúde pública e que pode ser feita em forno especialmente projetado para esta finalidade.

Os resíduos sólidos hospitalares, além da incineração, segundo o IPT(1995), podem ser tratados em esterilização a vapor, desinfecção química, inativação térmica, esterilização por gases, radiações ionizantes e também uso de microondas.

Para o IPT(1995), a localização da usina de incineração envolve uma série de barreiras técnicas e sociais que deverão ser negociadas, devendo obedecer os seguintes itens: mais próxima possível da área a ser coletada; posição estratégica em relação às vias de transporte; construção em local que possibilite o mínimo de objeção da comunidade; proximidade dos mercados consumidores de energia; tecnologia de incineração a ser usada; impacto ambiental; disposição final das cinzas geradas.

### **2.1.7 – Disposição Final dos Resíduos Sólidos**

Para VARGAS (1998), ao longo dos tempos e com a evolução da ciência, o homem identificou nos resíduos por ele gerados uma fonte de diversas doenças e de seus vetores, passando a destiná-los a locais determinados, afastados do seu ambiente, sob a forma do que hoje se convencionou chamar de “lixões a céu aberto”, ainda existentes na maioria dos municípios brasileiros.

De acordo com SOUZA(1999), “lixões a céu aberto” é um dos processos mais antigos e ainda mais adotado nas cidades brasileiras. Dados do IBGE (1991), mostram que 88% dos municípios brasileiros utilizam este processo.

Para IPT (1995), esta forma de disposição final de resíduos sólidos é inadequada, caracteriza-se pela simples descarga de qualquer tipo de resíduo sobre o solo, sem nenhuma medida de proteção à saúde pública e ao meio ambiente, provocando a proliferação de vetores de doenças, geração de maus odores e, principalmente, a poluição do solo e das águas superficiais e subterrâneas, causando danos à saúde pública, comprometendo os recursos hídricos e a qualidade de vida da população.

Outra forma conhecida de disposição final de resíduos sólidos é a do aterro controlado, a qual é preconizada pela NBR – 8849/85. É uma técnica que não causa danos ou riscos à saúde pública, mas causa poluição localizada, porque não dispõe de impermeabilização da base e não dispõe de sistemas de tratamento de chorume ou de dispersão dos gases gerados, mas é um método que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos.

A forma correta e segura para a disposição final de resíduos sólidos é o aterro sanitário. Segundo a ABNT (1984), “é uma técnica de disposição de resíduos sólidos no solo, sem causar danos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais. Este método, utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível, e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores se for necessário”.

De acordo com SOARES (1995), o aterro sanitário pode ser definido como sendo uma área tecnicamente escolhida e organizada para receber certas famílias de resíduos que serão acumulados e enterrados em condições compatíveis com a preservação do meio ambiente.

Para AZEVEDO (1997) apud VARGAS (1998), o aterro sanitário, dentro de um sistema moderno de gestão integral de resíduos sólidos, é visto como sendo uma solução imprescindível, porém destinado a receber os rejeitos dos processos anteriores de tratamento (reutilização, reciclagem, compostagem e incineração), e não mais a totalidade dos resíduos gerados pela sociedade.



Segundo SOUZA (1999), apesar das várias opções de valorização ou de eliminação dos resíduos sólidos, na maioria das cidades brasileiras, não são observados critérios científicos ou ecológicos para o tratamento e disposição final de resíduos.

Segundo LIMA (1990), a escolha de áreas para a implantação de aterros sanitários precisa ser levada a termo, seguindo critérios ambientais, como análise topogeomorfológica, análise geomorfológica, análise estrutural da cobertura pedológica, carta geotécnica e análises ambientais complementares (entornos, clima, ecossistemas importantes).

Para ZUQUETTE (1987) e MARQUES (1996), quanto aos aspectos geológicos, geotécnicos e hidrogeológicos, ambos apresentaram os atributos de declividade, de material inconsolidado, com suas características de (CTC, pH, permeabilidade), de profundidade do nível d'água, de profundidade do substrato rochoso, das camadas compressíveis, todos utilizados para avaliar áreas para a implantação de aterros sanitários.

Segundo ZUQUETTE (1987), os materiais considerados os mais indicados para aterros sanitários são aqueles que apresentam terrenos com declividade entre 2% e 10% e formados por perfis de solos homogêneos e certa porcentagem de finos (silte e argilas), em torno de 25%, caracterizando o material como de textura média. A porcentagem de finos tem uma relação direta e crescente com a capacidade de troca catiônica (CTC), a qual é responsável pela retenção dos poluentes orgânicos e outros íons móveis. O ideal que este parâmetro situe-se próximo de 15 meq/100g e não inferior a 10 meq/100g. O pH é o responsável pela precipitação de componentes insolúveis, bem como catalizador de diversas reações químicas que provocariam a retenção e deposição de vários poluentes. Com pH inferior a 6 ou 7, ocorrem a adsorção de vírus e a precipitação do  $\text{PO}_4$  em reação Fe e Al e com pH superior a 6 e 7, ocorrem a imobilização de alguns metais e a precipitação do  $\text{PO}_4$  em reação com Ca. A permeabilidade tenta refletir a velocidade com que os líquidos fluem através dos terrenos, sendo influenciada pela granulometria, mineralogia e a história da formação do material inconsolidado. Os valores ideais são entre  $10^{-4}$  e  $10^{-5}$  cm/s. O nível de água (lençol freático) deve ficar a uma profundidade de 15 metros da base do aterro sanitário, e os aterros devem ficar afastados a uma distância de 300 metros das nascentes, fontes e poços subterrâneos. O substrato rochoso deve ficar a uma profundidade de 20 ou 25 metros da base do aterro sanitário, evitando assim a

contaminação de aquíferos importantes em meio rochoso, a qual é praticamente irreversível, podendo com o tempo, torná-lo irrecuperável.

Para selecionar áreas potenciais para disposição de resíduos sólidos, BROLLO et al (1998), utilizando uma escala regional (1:100.000), na região metropolitana de Campinas, usaram vários critérios contidos nos aspectos ambientais: **sócio-político** (uso e ocupação do solo e legislação); **fisiografia** (susceptibilidade a processos geodinâmicos (erosão e escorregamento, inundação), características e propriedades (nível d'água, litologia, rochas muito fraturadas -grandes falhamentos regionais - zonas de cisalhamento cataclástico, espessura de solo, relevo), **hidrogeologia** (produtividade das águas subterrâneas, densidade de poços tubulares profundos), **clima** (intensidade de chuvas, direção dos ventos).

## **2.2 – MAPEAMENTO TEMÁTICO**

### **2.2.1 – Introdução**

A cartografia temática é conceituada como um ramo da Cartografia que trata de temas específicos, e segundo DUARTE(1991) apud NASCIMENTO (1998), é a parte da Cartografia que diz respeito ao planejamento, execução e impressão de mapas sobre um Fundo Básico, ao qual serão anexadas informações através de simbologia adequada, visando atender às necessidades de um público específico.

Para JOLY (1990), os mapas temáticos teriam como objetivo fornecer uma representação convencional dos fenômenos com localização geográfica possível, onde o termo Cartografia Temática se popularizou para designar todos os mapas que tratam de outro assunto além da simples representação do terreno.

Para a elaboração de um mapa, segundo DISPERATI (1992), os principais itens a serem considerados são: a escala; o sistema de projeção e coordenadas sobre o qual se registra; as convenções cartográficas (os elementos representados por símbolos); a legenda; o título, a quadrícula; o tema objeto do mapa.

Para NASCIMENTO (1998), a função de representação de temas com grande especificidade, a Cartografia temática explora mais profundamente e até amplia os próprios recursos gráficos da Cartografia Geral. Assim as técnicas de uso adequado de texturas, cores, diagramação e representação quantitativas fazem parte do processo de representação de temas, buscando manter relação o mais direta e expontânea possível entre objetos significantes e significados.

### **2.2.2 – Base Cartográfica**

A base cartográfica além da carta básica com as feições dos aspectos gerais do ambiente, também pode ou deve conter as demais cartas temáticas com as feições de naturezas específicas desse mesmo ambiente. Desta forma, segundo PAULINO & CARNEIRO (1998), “a base cartográfica deve também ser compreendida como uma representação cartográfica dos aspectos do ambiente, produzida com aplicação de métodos cartográficos de transformação de superfícies, apoiados num referencial geodésico único, segundo padrões que garantam a essa base uma qualidade geométrica e informativa compatível com os fins a que se destina”.

Para JOLY (1990) redigir um mapa consiste em reunir a documentação indispensável a uma cobertura exaustiva do território considerado, através de

levantamentos de campo e dos trabalhos de escritório referentes aos dados estatísticos, cartográficos ou iconográficos coletados. Um mapa descreve um determinado espaço geográfico com suas características qualitativas e/ou quantitativas.

Ainda segundo o mesmo autor, mapas base são aqueles que resultam diretamente de levantamentos efetuados no campo, ou através de aerofotos transferidas para uma quadrícula geodésica cuidadosamente selecionada. Os mapas topográficos são considerados mapas base, que podem gerar mapas derivados, pela seleção de detalhes, ou pela redução da escala e generalização dos traçados e representações.

Segundo LOCH (1994), “a exigência de uma precisão cartográfica cresceu com a evolução da cartografia e atualmente está mais em evidência do que nunca, principalmente nos países onde os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) vêm sendo utilizados há, pelo menos uma década, no gerenciamento e planejamento das mais diversas atividades humanas.” Ainda segundo a autora, “num SIG os mapas são uma fonte primária de dados, onde a acuracidade das feições espaciais é muito importante, pois influi sobremaneira na precisão dos produtos finais”.

### **2.2.3 – Base Cartográfica Digital**

Para DALE & McLAUGHLIN (1990) apud MARISCO (1997), o mapeamento digital “é o processo de produção de mapas por dados espaciais em forma numérica ao invés da forma gráfica, isto é, em papel”.

Dentro dessa concepção, os mesmos autores destacam que o mapeamento digital compreende, essencialmente, três operações:

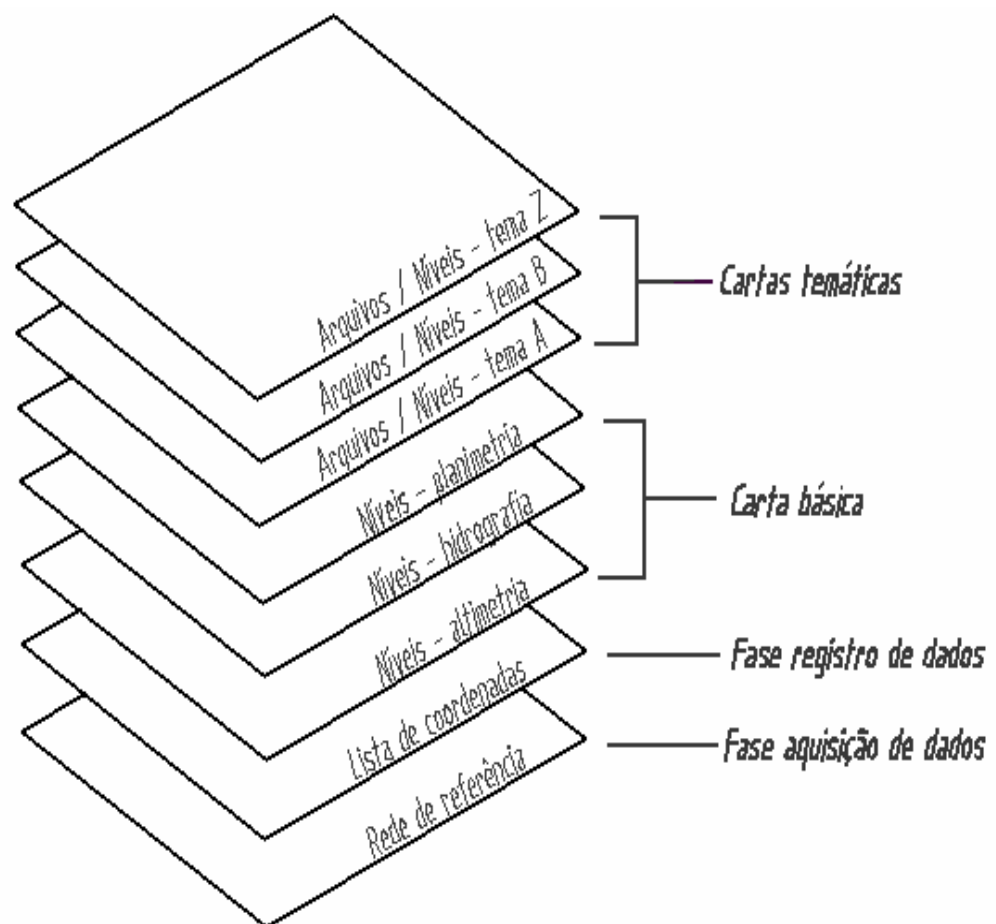
- 1) captura ou aquisição de dados, isto é, conversão de dados para o formato digital;
- 2) processamento dos dados, isto é, os dados são transformados dentro de estruturas diferentes para servir a diferentes funções;
- 3) apresentação dos dados, usando técnicas computacionais gráficas para a apresentação visual ou métodos eletrônicos, transmitindo os dados para outros usuários.

Para PAULINO & CARNEIRO (1998), ao substituir o desenho do mapa analógico por conjuntos de registros digitais, o processo cartográfico também impõe que a carta ou mapa digital seja compreendido como um modelo de representação cartográfica, em 2D ou 3D, no qual seus elementos gráficos, seus processos de elaboração, armazenamento, manutenção e exploração apresentam características que

permitem definir a base cartográfica digital como um conjunto de registros digitais cujos elementos representam e expressam cartograficamente o conhecimento das características de um determinado ambiente e de seus componentes.

MARISCO (1997) diz que a importância das bases cartográficas em formato digital consiste na facilidade do processo de atualização das mesmas, já que as informações ficam armazenadas em níveis diferentes, facilitando a manipulação dos elementos.

Nesses Sistemas, a base cartográfica é o elo de ligação entre o conhecimento da realidade terrestre e o projeto, seja ele de expansão ou controle do uso do solo, cabendo então incorporar-se a mesma todas as informações de natureza cartográfica, passíveis de serem utilizadas em tais projetos. A Figura 2. 1 abaixo ilustra uma proposta de estrutura lógica da base cartográfica.



**Figura 2. 1: Estrutura lógica de uma base cartográfica digital**

Fonte: PAULINO & CARNEIRO (1998)

### **2.2.4 – Mapeamento Geotécnico**

No processo de confecção de carta geotécnica, segundo SANTOS (1990), elaboram-se várias cartas: - carta de documentação (onde são feitos os registros dos pontos de coleta de dados, afloramentos, amostragem, piezômetros, sondagens, etc.); - cartas básicas (conjunto de cartas como: carta geológica, geomorfológica, pedológica, hidrogeológica, etc.), de onde são extraídas as informações do meio físico, as quais devem ser representadas na carta final.

Para ZUQUETTE (1987), os dados necessários para o mapeamento geotécnico são obtidos do levantamento e análise de informações já produzidas, através do uso de mapas topográficos, geomorfológicos e outros, sondagens e fotos aéreas, para o reconhecimento das unidades homogêneas.

Segundo o mesmo autor, os trabalhos de campo podem ser divididos em investigações superficiais e subsuperficiais, a primeira através de caminhadas, determinando informações diretas sobre as características dos solos, água e rochas e a segunda através de sondagens, perfurações de poços e trincheiras ou penetrômetros alternativos. Já o trabalho de laboratório compreende uma série de ensaios com materiais coletados de forma criteriosa na amostragem de campo, tais como: análise granulométrica; limites de Atterberg; peso específico dos sólidos; compactação; mineralogia; miniatura compactação tropical - MCT; características dos agregados e densidade relativa.

Para DAVISON DIAS & MILITITSKY (1994), a etapa inicial consiste em analisar os levantamentos de solos, nos mapas pedológicos, geológicos, topográficos, geomorfológicos, fotografias aéreas, imagens de satélites e outras informações importantes inerentes a região de estudo, para o reconhecimento das unidades geotécnicas e sua classificação segundo a pedologia e a geologia, respectivamente conforme a simbologia "XYZxyz".

Para SANTOS (1990), o mapeamento geotécnico é um documento complexo que integra um determinado conjunto de dados do solo e subsolo de uma região, sintetizando-os e interpretando-os, os quais prevêem as possíveis respostas à intervenção humana, pois o meio físico, além de suas potencialidades, também tem suas limitações de uso.

De acordo com a mesma autora, o mapa geotécnico deve fornecer ao usuário uma visão de conjunto dos fenômenos que atuam na área, ou na região, de maneira clara e dinâmica, fazendo com que as interações entre as diferentes informações se processem através de simbologia adequada e sua descrição detalhada numa legenda unificada.

Segundo DE MIO e GANDOLFI (1995), o mapeamento geotécnico pode ser definido como uma ferramenta ou processo que procura caracterizar as propriedades do terreno de interesse para engenharia e para o planejamento, prevendo as interações entre os processos do meio físico, o homem e suas obras.

De acordo com a UNESCO (1976), mapa geotécnico é um tipo de mapa geológico que representa todos os componentes de significância para o planejamento do uso do solo e para projetos, construções e manutenção quando aplicados à engenharia civil e de minas.

## **2.2. 5 – Mapeamento Hidrogeológico**

Para o IPT (1995), o mapa hidrogeológico apresenta um conjunto de informações sobre o comportamento natural da dinâmica e química das águas subterrâneas e superficiais, de interesse para o abastecimento público, devendo ser ressaltado: a profundidade do lençol freático; a localização das zonas de recarga das águas subterrâneas; principais mananciais, bacias e corpos d'água de interesse ao abastecimento público (âmbito local e regional); e áreas de proteção de mananciais.

NASCIMENTO et. al (1994), propõem uma metodologia de mapeamento hidrogeológico com uso de fotografias aéreas, integradas a imagens TM/Landsat, e uso de SIG e do software SPRING, objetivando obter-se além do mapa hidrogeológico, a possibilidade de integração de cartas temáticas, com geração de banco de dados alfanuméricos.

SALAMA et. al (1994), mapearam a geologia, geomorfologia e estruturas geológicas, da região de “Salt River”, no oeste australiano, por intermédio de imagens Landsat-TM e fotografias aéreas na classificação hidrogeológica para as rochas e depósitos sedimentares da região.

GUEDES JUNIOR (1999), efetuou o mapeamento hidrogeológico da Ilha de Santa Catarina, utilizando as técnicas de fotointerpretação (fotografias aéreas e imagens de satélite) e de geoprocessamento, juntamente com os dados obtidos dos trabalhos de

campo e das informações obtidas dos poços tubulares profundos existentes, que permitiram apresentar de forma integrada e relacionada, as principais informações (espaciais e alfanuméricas) de todos os aquíferos existentes na Ilha.



## **2.3 – SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG)**

### **2.3.1 - Introdução**

Segundo BURROUGH (1994), "a história do uso de computadores para mapeamento e análise espacial vem mostrando um desenvolvimento sem paralelo na automação da aquisição e análise de dados, e apresentação de informações em diferentes modelos de arquivos. Estes arquivos resultantes dos mapeamentos cadastrais e topográficos, levantamentos da cartografia temática, da engenharia civil, da geografia, dos estudos matemáticos de variações espaciais, dos levantamentos da ciência do solo, dos levantamentos fotogramétricos, do planejamento urbano e rural, utilizam sistemas de rede e sensoriamento remoto e análise de imagens".

A utilização plena desse universo de informações só será possível através do emprego de um sistema que possa otimizar o armazenamento, o processamento e a exploração de diferentes bases, constituídas através da sistematização dos dados oriundos de levantamentos físicos e sócio-econômicos acerca do ambiente. O sistema então sugerido compor-se-á de software, hardware, metodologias, dados e de um corpo técnico habilitado para a sua construção, operação e análise das informações resultantes.

RODRIGUES (1993) apud ROSSETTO (1998), define SIG como uma família de sistemas dentro do Geoprocessamento, que é composto por: sistemas de digitalização, sistemas de conversão de dados, sistemas de modelagem digital de terreno, sistema de processamento de imagens, entre outros. Todos eles tratam de informações espaciais, porém cada tipo tem sua função particular e suas peculiaridades.

Para ROSA & BRITO (1996) "um SIG pode ser definido como um sistema destinado à aquisição, armazenamento, manipulação, análise e apresentação de dados referenciados espacialmente na superfície terrestre".

De acordo com STAR & ESTES (1990), "um Sistema de Informações Geográficas (SIG) é um sistema auxiliado por computador para aquisição , armazenamento, transformação, análise e reprodução gráfica de dados espaciais".

Para BURROUGH (1994), eles são mais do que meios de codificar, armazenar e recuperar dados sobre aspectos da superfície da Terra, são sistemas capazes de representar um modelo do mundo real. Isto porque estes dados podem ser acessados, transformados, e manipulados interativamente, servindo como uma base de testes no estudo dos processos ambientais, para análise do resultado de tendências, ou para antecipar possíveis resultados de decisões de planejamento.

De acordo com ROSSETTO (1998), o SIG configura-se em uma poderosa ferramenta de auxílio ao planejamento e à gestão, capacidade que lhe é conferida devido às características específicas de sua estrutura e dos elementos que o compõem.

### 2.3.2 – Estruturas e Componentes do SIG

A estrutura do SIG é composta de entidades espaciais e não espaciais. Entidades espaciais derivam de uma base topográfica e têm propriedades de localização, dimensionamento e formato. Elas são derivadas de pontos, linhas, polígonos e superfícies e são representadas pelo computador utilizando formatos matricial ou vetorial. As entidades não espaciais descrevem os atributos das feições espaciais e podem ser nominais ou escalares (STAR & ESTES, 1990; BURROUGH, 1994; ROSSETTO, 1998).

Para TEIXEIRA et al (1992), "a partição do espaço na estrutura matricial é obtida de uma malha com linhas verticais e horizontais espaçadas regularmente, formando células. Tais células também chamadas de pixels ou quadrículas, geralmente possuem dimensões verticais e horizontais iguais, que definem a resolução da malha, ou seja, a área abrangida no terreno por cada quadrícula. Isto equivale dizer que ocorre um processo de generalização onde os vários elementos que podem constituir uma quadrícula deixam de ser individualizados".

Segundo EASTMAN (1998) na estrutura vetorial, os limites ou o curso de feições são definidas por uma série de pontos, linhas e polígonos, os quais formam a representação gráfica das feições, onde cada ponto será georreferenciado a um sistema de coordenadas X e Y, como latitude/longitude ou a grade de coordenadas Universal Transversa de Mercator.

Para a implementação desta estrutura de SIG, BURROUGH (1994) apud ROSSETTO (1998) coloca como componentes importantes o *hardware*, o grupo de módulos de aplicações de *software* e um apropriado contexto organizacional.

Para ROSSETTO (1998), o módulo de Hardware deve garantir os equipamentos necessários para a entrada, processamento e saída dos dados e varia de acordo com o tamanho da organização e os tipos de tarefas para as quais foi designado. Os equipamentos básicos englobam uma unidade central de processamento (CPU), ligada a unidades de armazenamento de dados e programas; a meios de digitalização ou que possibilitem a conversão de mapas e outros dados para a forma digital; a plotters ou

equipamentos que viabilizem a apresentação dos resultados e a terminais de vídeo que forneçam a visualização; e comunicação em redes.

De acordo com a mesma autora, a componente de software é constituída de cinco módulos técnicos básicos, que incluem: entrada e conversão; armazenamento e gerenciamento das base de dados; transformação dos dados; apresentação e saída destes; e, interação com o usuário.

De acordo com EASTMAN (1998), a tecnologia desenvolvida em SIG tem afetado todos os profissionais que trabalham com dados espaciais em todos os campos do conhecimento das atividades humanas. Muito dos softwares desenvolvidos para SIG são erroneamente chamados de SIG, sendo apenas um dos componentes, necessitando de hardware e do analista. O sistema não tem respostas prontas, pois é apenas uma ferramenta, necessitando portanto da interação com o analista para produzir soluções desejadas, através da realização de análises complexas, integrando dados de diversas fontes.

### **2.3.3 – Entrada e Conversão de Dados**

O módulo de entrada de dados abrange todos os procedimentos relativos a captura e pré-processamento. Segundo BURROUGH (1994), se constitui uma das etapas mais caras e demoradas do processo, devido a enorme quantidade de dados comumente coletados, para gerar dados gráficos com precisão. Esta etapa, cobre todos os aspectos de transformação dos dados capturados na forma de mapas existentes, observações de campo e sensores dentro de uma forma digital compatível.

CÂMARA apud RENÚNCIO (1995) cita a existência de “quatro modos principais de entrada de dados que são: a digitalização em mesa; a digitalização ótica; entrada de dados via caderneta de campo; e a leitura de dados na forma digital, estando incluída a importação de dados em outros formatos”.

Os bancos de dados em um SIG são formados por dados espaciais georreferenciados, representados na forma vetorial e matricial e dados alfanuméricos, os quais mantém uma conexão que os relacionam mutuamente, um fornecendo as definições geográficas das feições da superfície da Terra e o outro os atributos numéricos e nominais na forma tabular, que estas feições possuem.

### **2.3.4 - Armazenamento e Gerenciamento da Base de Dados**

A tarefa de integração e gerenciamento dos dados é desenvolvida por este módulo através do chamado Gerenciador de Banco de Dados, e embora poucas pessoas se dêem conta, é inegavelmente, um dos elementos mais importante do software para SIG.

Esta etapa, segundo RENÚNCIO (1995), preocupa-se com a maneira pela qual os dados são estruturados e organizados quanto à posição, topologia e atributos, bem como, de que forma devem ser manipulados e como devem ser percebidos pelo usuário do sistema.

Segundo EASTMAN (1998) os dados espaciais (matriciais e vetoriais) e os dados alfanuméricos necessitam de um software de gerenciamento de banco de dados, onde os atributos das feições gráficas serão representados por um identificador, que será o responsável pela ligação entre os dados espaciais e alfanuméricos.

De acordo com BENTLEY SYSTEMS INC. (1995), na integração de dados espaciais e alfanuméricos tem sido comum a utilização de bancos de dados relacionais, os quais são utilizados em conexão com programas (SIG) empregados para manipulação das feições gráficas.

Os principais aspectos do gerenciamento de dados, segundo INTERA TYDAC apud RENÚNCIO (1995), são: segurança dos dados; garantia de integridade dos dados; acessabilidade a quaisquer usuários, mesmo que desconheçam o sistema e; ferramentas adequadas à manutenção de informações.

### **6.3.5 - Transformação ou Processamento dos Dados**

De acordo com RENÚNCIO (1995), esta etapa consiste das operações realizadas sobre os dados, a fim de que sejam produzidas as informações que, posteriormente, servirão de subsídio à tomada de decisão. Portanto, o processamento de dados não é um fim em si mesmo, devendo transformar os dados de forma que transmitam novas informações ao usuário, ajudando-o a planejar e tomar decisões.

Para SOUZA (1999), em um SIG é possível integrar um banco de dados contendo informações numéricas e/ou descritivas (alfanuméricas), provenientes de cadernetas de campo ou de outro banco de dados secundário. Estas informações podem ser graficalizadas, melhorando sua visualização e o controle sobre sua fidelidade.

Segundo o mesmo autor, a transformação pode operar sobre aspectos espaciais ou não dos dados, separadamente ou combinando-os. Muitas destas transformações, tal como aquelas associadas a mudanças de escala, adequação a novas projeções cartográficas, recuperação lógica de dados e cálculos de áreas e perímetros, são de tal forma gerais, que qualquer um pode esperar encontrá-las de uma forma ou outra, em todos os tipos de SIG.

### **2.3.6 – Análise de Dados e Modelagem**

Para SOUZA (1999), além da integração, conversão e processamento de dados, um GIS deverá estar apto a analisar quantitativa e qualitativamente os dados de entrada (informações espaciais) e os resultantes do processamento, e a partir deles obter soluções. Também é possível utilizar interrelações conhecidas para modelar geograficamente o resultado de uma determinada gama de condições. Essas são expressas em um GIS na forma de algoritmos ou fórmulas matemáticas.

Segundo o INTERA TYDAC apud RENÚNCIO (1995), a capacidade de analisar compreende “a interpretação e o estudo do dado e informação que foi coletada. Com um SIG as relações entre diferentes dados espaciais e as características a eles associadas podem ser mensuradas e compreendidas”.

BURROUGH (1994), reúne procedimento, análise e modelagem em duas classes distintas de operações: as necessárias para remoção de erros dos dados, para atualizá-los ou para confrontá-los com outros conjuntos de dados; e a ampla variedade de métodos de análise que podem ser aplicados aos dados, a fim de achar as respostas às questões formuladas ao SIG.

Para GOODCHILD apud RENÚNCIO (1995), a análise espacial é a habilidade que os SIG's desfrutam de criar novas entidades, resultantes de códigos programados para apresentar explicitamente características provenientes de relações espaciais implícitas entre os dados armazenados em um banco de dados de um SIG.

SOUZA (1999), conclui que outros tipos de manipulações podem ser bastante específicas a cada aplicação, e sua incorporação a um SIG em particular deve ser apenas para satisfazer as demandas específicas de usuários daquele sistema.

### **2.3.7 – Saída de Dados**

O fato de utilizar tecnologias digital, em computadores, permite aos SIG's uma ampla variedade de saídas de informação, como por exemplo, saídas visuais (mapas, tabelas, figuras), plotagem, impressora, em tela, imagem fotográfica ou mesmo em arquivo computacional.

A comunicação visual é um dos mais importantes aspectos dos SIG's, a qual é realizada pela ampla gama de saídas possíveis de informações processadas, geradas e avaliadas.

## **2.4 - SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG) E AS METODOLOGIAS POR CRITÉRIOS MÚLTIPLOS**

Um SIG ou sistema de geoprocessamento consiste em um sistema computacional que reúne um poderoso conjunto de ferramentas para a entrada, armazenamento, recuperação, transformação, análise e representação de dados do mundo real para um conjunto particular de propósitos.

O princípio fundamental de um SIG é o georreferenciamento, ou seja, a indexação ou codificação geográfica da informação utilizada através de um sistema de referência cartográfica. Outra característica é a possibilidade de integrar informações espaciais e não espaciais de natureza, origem e formas diversas numa única base de dados, possibilitando a geração de novas informações derivadas e sua visualização na forma cartográfica (ARNOFF(1991); BURROUGH (1992) e CÂMARA (1993)).

Os métodos convencionais de análise são demorados e trabalhosos, dificultando a tarefa de integração e espacialização dos dados, especialmente quando eles têm diferentes origens, tipos e formatos. As técnicas de análise espacial introduzidas com o SIG podem facilitar sobremaneira essa tarefa, permitindo a integração de um grande número de variáveis e a espacialização dos resultados. Além de reduzir a subjetividade nos procedimentos de análise passa-se a contar com a visualização dos dados e resultados na forma de mapas.

Segundo BURROUGH(1992), o processamento de dados em SIG pressupõe que os mesmos estejam organizados em planos de informações individuais, de acordo com a natureza dos diversos temas a serem representados, como forma de efetuar análises que possam considerar separadamente as características específicas de cada um. A informação de cada plano é composta de basicamente duas partes. Uma delas é a informação espacial, referenciada a um sistema de coordenadas e com localização e delimitação das classes da área de interesse. A outra parte é composta pelos atributos não espaciais e reúne dados descritivos de natureza diversa sobre as classes, geralmente tabulados e organizados em um sistema gerenciador de banco de dados.

Para WEBER (1995), os dois tipos de informação, cartográfica e tabular, quando isoladamente utilizados, como nos métodos convencionais de análise, não são aproveitados em sua totalidade. Neste mesmo contexto, a cartografia, embora represente um passo essencial para o conhecimento do território a ser administrado, é um elemento relativamente estanque, especialmente quando não estiver armazenada em meio digital. O uso isolado de um banco de dados convencional, por outro lado, permite apenas a

obtenção de listas com os resultados de operações lógicas ou aritméticas. Identifica-se quais áreas apresentam uma ou mais características especificadas mas não se obtém nenhuma informação acerca da distribuição espacial dessas áreas.

A possibilidade oferecida pelo SIG de integrar os dois tipos de informações e de executar qualquer tipo de operação sobre a mesma base de dados fez com que a análise ambiental experimentasse nos últimos anos um grande salto metodológico, passando a contar com a possibilidade de considerar correlações espaciais, relação de causa e de efeito e aspectos temporais que antes eram impraticáveis pelos meios tradicionais existentes (TOWNSHEND (1992); XAVIER DA SILVA (1992)).

Com o desenvolvimento dos SIG, analistas ambientais aumentaram suas possibilidades de dispor de sistemas de informações nos quais os dados são mais acessíveis, mais facilmente combinados e permitem uma flexibilidade de modificações para atender as necessidades de processos decisórios ambientais.

Segundo SOUZA (1999), a tecnologia é construída sobre uma variedade enorme de disciplinas científicas, passando por cartografia, sensoriamento remoto, aerofotogrametria, ciência da computação, estatística, entre outras. Conseqüentemente, o envolvimento com GIS requer um extenso embasamento teórico em tratamento digital de dados e ciências de mapeamento. Alguns SIG's, oferecem um conjunto de ferramentas que permitem desenvolver modelagens complexas envolvendo vários critérios e objetivos. A introdução recente de rotinas de apoio à decisão no ambiente dos GIS tem possibilitado o aumento na flexibilidade e na complexidade das análises efetuadas com essa ferramenta. Uma das grandes análises de aplicações desses novos conceitos são as análises de impacto, aptidão ou vulnerabilidade, por excelência áreas de aplicação de SIG.

A possibilidade de combinar informações cartográfica e tabular, bem como embutir conhecimento específico e/ou subjetivo em uma análise, torna um sistema de geoprocessamento ( SIG ) uma ferramenta especialmente útil para o planejamento de empreendimentos. O planejamento pode ser definido como a aplicação racional do conhecimento do homem ao processo de tomada de decisão para conseguir uma ótima utilização dos recursos, a fim de obter o máximo de benefícios para a coletividade. (SANTOS & NASCIMENTO, 1992).

No contexto de SIG, o processo de análise de decisão envolve vários conceitos. Uma decisão, por exemplo, é uma escolha entre alternativas, baseada em algum critério. Um critério é alguma base mensurável e analisável para uma decisão, e pode ser um



fator ou uma restrição. Um fator realça ou ameniza a aptidão de uma alternativa específica para um propósito destinado a uma restrição. Uma restrição constitui um limite rígido para alternativas em consideração. Uma regra de decisão é o procedimento pelo qual critérios são combinados para uma determinada avaliação que visa um objetivo específico. Esta avaliação pode ser feita por critérios múltiplos ou com múltiplos objetivos e estes podem ser complementares ou conflitantes.

## **2.5 – LEGISLAÇÃO AMBIENTAL BRASILEIRA E OS RESÍDUOS SÓLIDOS**

### **2.5.1 – Introdução**

A legislação ambiental brasileira nos últimos anos sofreu um avanço considerável. Há no território nacional um aparato normativo que demonstra a abundância da tutela jurídica do meio ambiente.

O território nacional está subordinado a Política Nacional do Meio Ambiente, regulamentada, fiscalizada e executada pelo Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), que integra todas as ações e está estruturado por um Órgão Superior (Conselho de Governo); por um Órgão Consultivo e Deliberativo (CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente); por um Órgão Central (Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal); por um Órgão Executor (IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis); por Órgãos Seccionais ( Secretarias Estaduais de Meio Ambiente, as Fundações, etc.); e os Órgãos Locais (Entidades ou Órgãos Municipais).

Ao legislar no território nacional, na questão ambiental, sobre várias matérias, muitas vezes é de competência dos três níveis de governos (União, Estados e Municípios), onde esta competência pode ser comum, complementar / suplementar e exclusiva .

As restrições quanto ao uso e ocupação do solo urbano são enfatizadas na Legislação Federal (Lei nº 6.766/79), Estadual (Lei nº 6.063/82)e Municipal (Lei Orgânica dos Municípios, traduzida pelo Plano Diretor dos Municípios).

Há também vários procedimentos definidos por algumas normas específicas, produzidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), referente ao tratamento e disposição final de resíduos sólidos. Este é órgão responsável pela normalização técnica no Brasil e representante oficial do país nas entidades de normalizações internacionais.

Assim, muitas das limitações de uso e ocupação do solo quanto às áreas para tratamento e disposição final de resíduos sólidos, estão preconizadas na legislação vigente.

## 2.5.2 – Legislação Federal

A União, segundo a Constituição de 1988, em seu Artigo 21, parágrafo XX, é de sua competência instituir diretrizes para o saneamento básico.

O Código Florestal Brasileiro, Lei nº 4771, de 15 de setembro de 1965 e suas alterações feita pela Lei nº 7803/89, preconiza a obrigatoriedade de uma reserva de faixa “non aedificandi” a margens dos corpos d’água correntes e dormentes.

Para ZIMMERMANN (1993), o Decreto-Lei 9.760, de 30 de Setembro de 1946 e a Instrução Normativa nº 01 de 05 de Março de 1981, estabelecem os procedimentos para a determinação da LPM (Linha da Preamar Média) de 1831, servindo como limite externo dos Terrenos de Marinha, situados na costa marítima, nas margens dos rios e lagoas. Os Terrenos de Marinha, referem-se a uma faixa de terra com profundidade de 33 (trinta e três) metros, medidos horizontalmente a partir desta linha, na direção da terra.

A Resolução nº 01/90 que aprova o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro, instituído pela Lei nº 7.661, de 16 de Maio de 1998, considera os Terrenos de Marinha, cuja posse é atribuída à União pela legislação vigente, como situados na zona costeira. A zona costeira é constituída de 11,1 (onze vírgula um) quilômetros como faixa marítima e de 20 (vinte) quilômetros como faixa terrestre à partir da linha da costa.

A Lei nº 6.766, de dezembro de 1979, que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano, em seu Art.3º, Parágrafo único, Inciso III, preconiza que não será permitido o parcelamento do solo em terrenos com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento), salvo se atendidas as exigências específicas das autoridades competentes.

A Portaria do Ministério do Interior nº 53, de 01 de março de 1979 e a nº 124 de 20 de agosto de 1980, estabelecem normas relativas ao tratamento e disposição final de resíduos sólidos, bem como recomenda soluções conjuntas para grupos de Municípios quanto a planos e projetos de destinação final dos resíduos sólidos, incentivando também soluções que importem a reciclagem e o reaproveitamento racional desses resíduos, ficando responsáveis pela fiscalização, aprovação de projetos e cumprimentos das normas específicas a cargo dos órgãos estaduais de controle da poluição ambiental.

A NBR-8849 de 1984 e a NBR-8849 de 1985 são normas que estabelecem procedimentos para projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos, onde os projetos apresentados devem ser constituídos obrigatoriamente de: memorial descritivo;

memorial técnico; cronograma de execução e estimativa de custo; desenhos e eventuais anexos.

A Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº 01 de 23 de janeiro de 1986 obriga a realização de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto ao Meio Ambiente (RIMA) para incineradores de lixo municipal cuja capacidade exceda 40 t/dia. Para capacidades menores, O EIA e o RIMA são definidos pela própria Secretaria de Estado do Meio Ambiente de cada Estado, que compõe a República Federativa do Brasil.

A Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº 5, de 05 de agosto de 1993, hoje em vigor, trata do Plano de Gerenciamento desses resíduos, de seu tratamento e disposição final, priorizando a reciclagem e soluções integradas ou consorciadas.

### **2.5.3 – Legislação Estadual**

A Lei Estadual nº 6.063, de 24 de maio de 1982, trata do parcelamento do solo urbano, o qual está regido pela Lei Orgânica dos Municípios, plano diretor, que estabelece o perímetro urbano da cidade.

Para efeito desta lei, adotou-se o Art. 2º do Código Florestal (Lei nº 4771/65), que considera de preservação permanente, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas às margens dos rios ou qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal, cuja largura mínima de 30 metros para rios menores de 10 metros; largura mínima de 50 metros para os rios que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura ou nascentes ainda que intermitentes, e os chamados “olhos d'água”, qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de mesmo valor; e nas encostas, com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive.

O Art. 3º desta Lei, no inciso III, preconiza que não será permitido o parcelamento do solo em terrenos com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento).

No Art. 4º estabelece que em áreas litorâneas, numa faixa de 2.000 m (dois mil metros) a partir dos terrenos de marinha, o parcelamento do solo depende de análise da Fundação de Amparo a Tecnologia e ao Meio Ambiente (FATMA).

A Lei nº 5.793 de 15 de outubro de 1980, dispõe sobre a proteção e melhoria da qualidade ambiental e está regulamentada pelo Decreto nº 14.250 de 05 de junho de 1981.

No Art. 21º do Decreto nº 14.250, preconiza que o solo somente poderá ser utilizado para destino final de resíduos de qualquer natureza, desde que sua disposição seja feita de forma adequada, estabelecida em projetos específicos, ficando vedada a simples descarga ou depósito, seja em propriedade pública ou particular. No parágrafo 1º deste artigo, quando o destino final, exigir a execução de aterros sanitários, deverão ser tomadas as medidas adequadas para a proteção das águas superficiais e subterrâneas, obedecendo-se normas a serem expedidas.

No Art. 22º, parágrafos 1º, 3º, diz em linha geral, que os resíduos hospitalares, dos laboratórios de análise, das clínicas médicas, e dos provenientes do tratamento de enfermidades infectocontagiosas, bem como de órgão de pesquisa e congêneres, portadores de patogenicidade, deverão ser incinerados em instalações que mantenham alta temperatura para evitar mau odor ou perigo de contaminação.

Nos Artigos 42º, 43º e 44º, são definidas as áreas de proteção especial e a faixa de terra adjacentes que acompanham o entorno destas áreas. A faixa de 500 metros é estabelecida para os parques estaduais, as estações ecológicas ou reservas biológicas.

No Art. 48º, enfatiza a proibição do corte raso da vegetação nativa e outras atividades que degradem os recursos naturais e a paisagem das ilhas, quer sejam costeiras ou oceânicas.

Na Seção IV, deste Decreto, referente ao parcelamento do solo, no Art. 61º, parágrafo 3º, preconiza que o solo rural somente poderá ser utilizado mediante planejamento segundo sua capacidade de uso e através do emprego de tecnologia adequada e aprovada pelos órgãos competentes do Estado ou do Município.

A Lei nº 9.428 de 07 de janeiro de 1994, que dispõe sobre a Política Florestal do Estado de Santa Catarina, preconiza no Art. 2º que todo corpo d'água interior deverá ter suas margens protegidas por vegetação nativa plantada ou regenerada naturalmente em uma faixa que possibilite a estabilização dos taludes marginais, evitando assim processos erosivos.

No Estado de Santa Catarina compete a Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente (SDM), através da Diretoria de Saneamento(DISA), na Gerência de Resíduos Sólidos (GERES) – fiscalizar e orientar os municípios nos programas de gerenciamento dos resíduos sólidos e compete a

Fundação de Amparo e Tecnologia ao Meio Ambiente (FATMA), que tem o poder de polícia, licenciar os sistemas, de acordo com o EIA e o RIMA produzidos para cada projeto específico, em atendimento à legislação vigente.

#### **2.5.4 – Legislação Municipal**

A Constituição de 1988, em seu Artigo 23º, Incisos III, IV, VI e VII, confere aos Municípios a competência para legislar em matéria sobre a proteção ambiental, em comum com a União e os Estados. Além dos Municípios ficarem mais no âmbito da execução da legislação vigente, é reconhecido aos mesmos, no Artigo 30º, Inciso II da Carta Magna, legislar em matéria ambiental para suplementar a legislação federal e a estadual.

Os Municípios, quanto ao aspecto institucional, são todos integrantes do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA). O SISNAMA foi criado pela Lei nº 6.938/81, que representa um conjunto articulado de órgãos, entidades, regras e práticas da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios responsáveis pela proteção ambiental.

Os instrumentos legais de planejamento municipal que podem condicionar a prestação do serviço de limpeza urbana e inserir o tratamento e a disposição final de resíduos sólidos no conjunto das ações de planejamento municipal, são o Plano Diretor (Lei Orgânica do Município); Lei de Uso e Ocupação do Solo (Lei do Zoneamento); Lei Orçamentária; e o Código Tributário.

No Município de Florianópolis, para atender o desenvolvimento turístico da cidade foi elaborado o Plano Diretor dos Balneários, instituído pela Lei 2.193 de 25 de janeiro de 1985, que dispõe sobre o zoneamento, o uso e a ocupação do solo nos balneários da Ilha de Santa Catarina, com a finalidade de direcionar o crescimento urbano nas praias. No artigo 93º desta Lei diz que: “As Áreas de Preservação Permanente (APP) são “non aedificandi”, ressalvos os usos públicos necessários, sendo vedado nelas a suspensão das florestas e demais formas de vegetação, a exploração de pedras, bem como o depósito de resíduos sólidos”.

O Plano Diretor do Distrito Sede, regulamentado pela Lei Complementar nº 001/97, publicado no Diário Oficial nº 15.744 no dia 03 de outubro de 1997, dispõe sobre o zoneamento, o uso e a ocupação do solo de Florianópolis.

O Legislativo Municipal de Florianópolis, além do Plano Diretor, tem elaborado e aprovado um conjunto leis que disciplinam determinadas fases do sistema limpeza pública, coleta, tratamento e disposição final de resíduos sólidos. Dentre elas estão:

- Lei nº 1.224, de 02 de setembro de 1974, que institui o código de posturas municipal, onde no seu artigo 77º, parágrafo 1º, preconiza que os terrenos ou lotes devem permanecer limpos e que não será permitido que os mesmos sirvam de depósito de lixo. Já o artigo 80 deste código, determina que quando o destino final do lixo for o aterro sanitário, este deverá ser recoberto com uma camada de terra de cinquenta centímetros;
- Lei nº 3.290 de 12 de janeiro de 1990, dispõe sobre a obrigatoriedade da existência de local específico para a estocagem temporária dos resíduos sólidos em todas as edificações, e que o receptáculo deverá ser construído na parte interna da propriedade, junto ao alinhamento do muro, o qual faz limite com o logradouro;
- Lei nº 3.451 de 21 de março de 1991, dispõe sobre a separação de lixo nas escolas públicas e particulares de Florianópolis. O artigo 3º desta lei, determina que os resíduos serão separados em três categorias: lixo seco; lixo Orgânico; e lixo de banheiro e similares;
- Lei nº 3.549 de 23 de abril de 1991, disciplina a coleta, destinação e tratamento do lixo hospitalar e dá outras providências. Esta lei em seu artigo 1º preconiza que os estabelecimentos hospitalares, laboratórios, postos de saúde, clínicas médicas, bem como de órgão de pesquisa e congêneres que produzem lixo contaminado por agentes patogênicos devem separar estes resíduos dos demais. O parágrafo 1º deste artigo, estabelece que estes resíduos deverão ser acondicionados em recipientes diferentes dos demais, através de cor específica (vermelha) e da inscrição “perigo lixo hospitalar”. No artigo 2º desta lei, estabelece que estes resíduos serão obrigatoriamente incinerados;
- Lei nº 3.824 de 03 de setembro de 1992, dispõe sobre o programa de separação de resíduos sólidos. Em linha geral, esta lei determina em seu artigo 1º, que o poder executivo deve implantar um Programa de Educação e Orientação (PEO) na separação de resíduos na origem, sendo que este deverá ser permanente. Já o artigo 2º desta lei, classifica a separação dos resíduos em três espécies: **seco** (todo material reciclável de difícil decomposição); **orgânico** (resíduos de fácil decomposição); e **lixo de banheiro e seus similares** (resíduos produzidos na higiene, limpeza e tratamento de saúde). Esta lei foi sancionada pela Lei nº 5256/98, entrou em vigor em 16 de março de 1998.

- Lei nº 3.890 de 23 de dezembro de 1992, dispõe sobre separação, coleta e dá outras providências relativas aos resíduos de serviços de saúde. Esta lei preconiza que os resíduos de serviços de saúde deve obrigatoriamente ser separado em três espécies: **infectantes** (resíduos oriundos do tratamentos de pacientes, material biológico, vacinas vencidas, sangue humano e produtos derivados, perfurantes e cortante, animais mortos); **especiais** (resíduos químicos perigosos, radioativos, reativos, germicidas, soluções para revelação de radiografias, farmacêuticos (medicamentos vencidos)); **resíduos comuns** (os recicláveis – quaisquer rejeitos que possam ser recicláveis, como papel, plástico, vidro, metal - e os rejeitos – os que não se enquadram nas categorias anteriores. A lei determina que estes resíduos devam ser adequadamente armazenado em lixeiras identificadas com a inscrição do respectivo resíduo, até que os caminhões, destinado a cada tipo de coleta, os recolham.
- Lei nº 4.838 de 11 de janeiro de 1996, dispõe sobre o depósito de lixo perecível em estabelecimentos comerciais. A lei determina que todo estabelecimento comercial que produz lixo perecível deve armazená-lo em local ou recipientes apropriados. Os resíduos devem ser dispostos em locais apropriados para coleta pública somente 30 minutos antes da coleta, se no centro da cidade e uma hora antes da coleta, se fora da área central da cidade.
- Lei nº 5457 de 01 de março de 1999, autoriza a criação de depósitos de lixos. Esta lei institui em seu artigo 1º, a criação de lixeiras comunitárias ou depósitos de lixo, nas localidades onde seja difícil o acesso dos serviços normais de coleta de lixo, dentro de padrões que evitem o odor e a proliferação de animais nocivos ao ser humano.

Verificou-se que o legislativo municipal criou um conjunto de leis, disciplinando alguma fase da limpeza pública, coleta, tratamento e disposição final de resíduos, no entanto, com uma visão fragmentada do sistema integrado de resíduos sólidos. Quando instituiu o programa de separação dos resíduos sólidos, obrigatoriamente, teriam que criar locais público para o armazenamento deste resíduos recicláveis nos diversos bairros; determinar a escolha de áreas para os centros de triagem e implantação de usina de compostagem para os resíduos de origem orgânica e também escolha de área para implantação de incineradores para os resíduos infectocontagiosos, oriundos dos estabelecimentos prestadores de serviços de saúde, pesquisas e congêneres, e a criação de incentivos fiscais para implantação de empresas que utilizam como matéria prima os resíduos reciclados, fechando com isso, o sistema.



Somente com uma visão integrada do sistema, utilizando uma tecnologia apropriada para cada processo, uma rede de informação atualizada para manter a população motivada e participativa, e um mercado incentivado para absorver a matéria prima da reciclagem, o composto orgânico da compostagem e a energia gerada nas usinas de incineração, permitirá a operacionalização integrada do sistema, em atendimento a legislação vigente, com resultados favoráveis ao meio ambiente e a qualidade de vida da população.

## **CAPÍTULO III**

### **CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

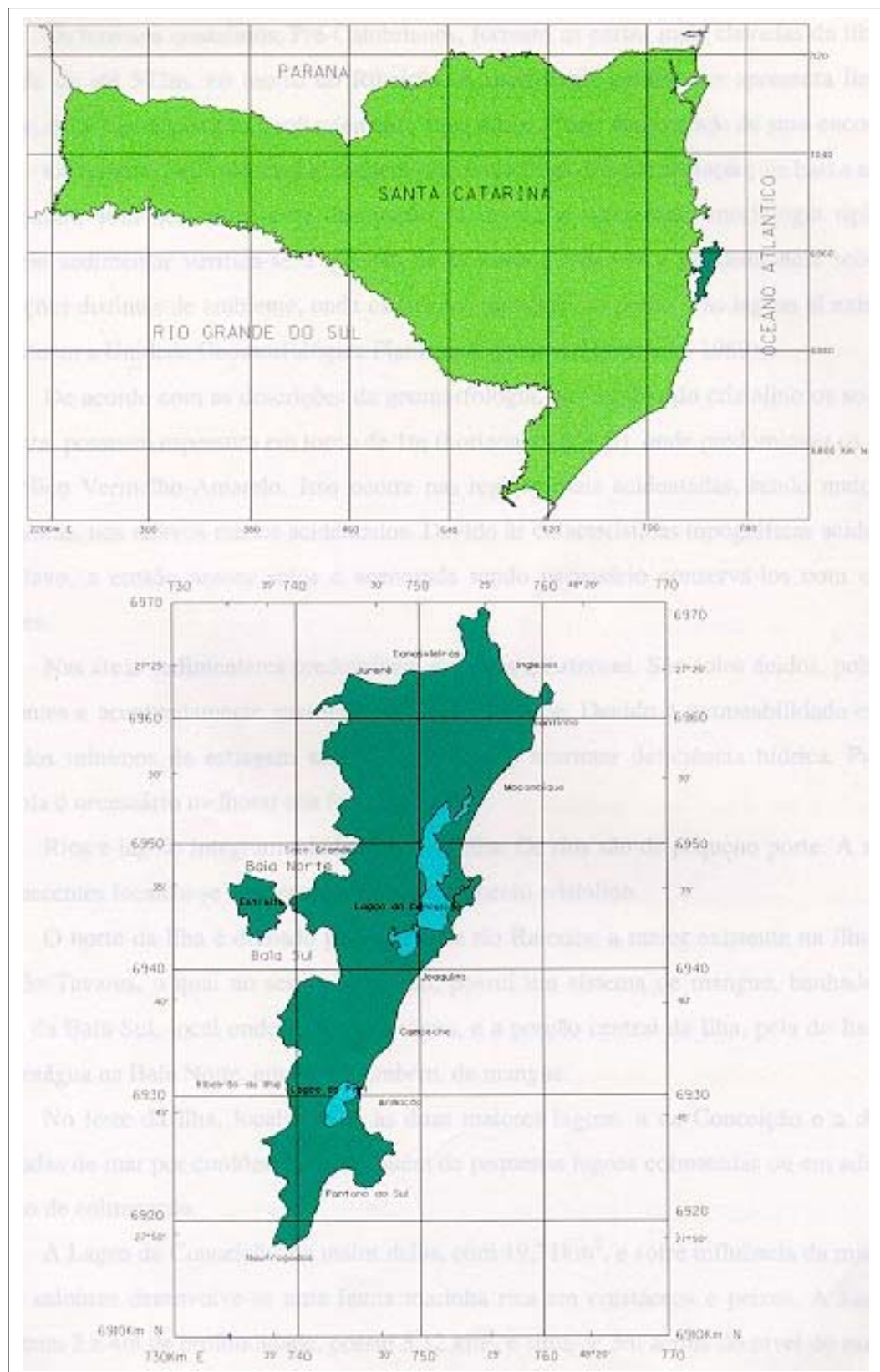
#### **3.1 – DEFINIÇÃO DA ÁREA**

A área de estudo abrange o município de Florianópolis, e está situado na região da grande Florianópolis, estado de Santa Catarina, Brasil, aproximadamente entre as coordenadas geográficas 27°22'17" a 27°51'14" latitude Sul e 48°36'57" a 48°20'00" de longitude Oeste de Greenwich (Figura 3. 1).

A área do município é abrangida nas cartas topográficas do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), escala 1:50.000, nas folhas SG-22-Z-D-III-3, SG-22-Z-D-IV-1, SG-22-Z-D-II-4, SG-22-Z-D-V-2, SG-22-Z-D-V-4, SG-22-Z-D-VI-3. Tais cartas possuem os nomes de Canasvieiras, Lagoa, Biguaçu, Florianópolis e Paulo Lopes respectivamente.

Florianópolis, tem como limites territoriais: ao Norte o Oceano Atlântico, ao Sul o Município de Palhoça e o Oceano Atlântico; a Leste o Oceano Atlântico; a Oeste os Municípios de Biguaçu, Governador Celso Ramos, Palhoça e São José e ainda as Baías Norte e Sul.

O município de Florianópolis é muito conhecido pelas belezas de seu ambiente natural. Tendo a maior parte de seu território situado em uma ilha denominada Ilha de Santa Catarina, o que lhe confere uma característica peculiar, apresentando a linha de costa bastante recortada, com uma extensão de 176 km, com uma área de 451 Km<sup>2</sup>. Nele encontram-se quarenta e duas praias, alguns costões e zonas de manguezais.



**Figura 3.1– Mapa de localização do Município de Florianópolis**

**Fonte: SANTOS (1997)**

### 3.2 – CLIMA

O município de Florianópolis caracteriza-se por apresentar amplitudes térmicas anuais moderadas, com um clima agradável pela influência da maritimidade e segundo os critérios de Köppen, a classificação climática é do tipo Cfa, situada em zona intermediária subtropical, pertencente ao grupo mesotérmico úmido, com chuvas distribuídas uniformemente durante o ano (SANTOS, 1997).

A variação da temperatura em Florianópolis está na dependência da maritimidade que desempenha um papel regulador, diminuindo contrastes térmicos. A média das máximas do mês mais quente varia de 28 a 31 °C e a média das mínimas do mês mais frio, de 7,5 a 12 °C (EMBRAPA, 1988).

Segundo HERMANN et al (1986), a pressão atmosférica média em Florianópolis é de 1013 mP com valores mínimos ocorrendo em janeiro, e os máximos em julho. Esses valores são explicados pelos tipos de massas de ar predominante em cada época do ano. As massas polares dominam o período de inverno e as massas tropicais, o período de verão. As massas quentes – Tropical Atlântica e Tropical Continental, possibilitam os ventos de Norte. Nos meses de primavera e verão, predominam os ventos de Nordeste, fenômeno ligado ao avanço da Frente Tropical Atlântica, quando estacionária, toda a área se transforma num centro de baixa pressão atmosférica e com elevação da temperatura. As massas frias (polares) quando tomam a direção do oceano, possibilitam ventos frios e também úmidos do Sul, deflexionados do Sudeste.

Para os mesmos autores, a umidade relativa do ar é alta e sua média anual fica em torno de 82%. A insolação apresenta o valor médio anual de 2025,6 horas, representando apenas 46% do total possível, significando que em mais da metade do ano o sol permanece encoberto. As taxas médias anuais de evaporação são de 101,9 mm.

### 3.3 – GEOLOGIA

Segundo SANTOS (1997), a geologia da Ilha pode ser descrita como um conjunto de rochas cristalinas, granitóides e vulcanitos associados, representando o Ciclo Tectônico Brasileiro, cortados localmente por diques de diabásio de Idade Juro-Cretácia, sobrepostos por coberturas sedimentares recentes, relativas aos eventos Terciários/Quaternários. As rochas Cristalinas (ígneas) constituem os morros, formando

um conjunto de elevações grosseiramente alinhados na direção NE. Esses morros, servem como anteparos para o acúmulo de material sedimentar, comumente retrabalhados, muitas vezes derivados dos próprios morros. Os granitóides afloram sob a forma de matações de médio e grande porte e lajeados, comumente apresentando uma alteração superficial, bastante pronunciada, que produz um horizonte C bastante espesso (solo residual).

Cada unidade geológica-geomorfológica individualizada, possui gênese distinta, tendo passado por processos de formação e intemperismo diferenciados, gerando, conseqüentemente, solos com comportamentos geotécnicos diferentes. A coluna estratigráfica da Ilha de Santa Catarina pode ser vista na tabela 3.1 (SANTOS, 1997).

O granito Palmeira do Meio, do Grupo Pedras Grandes, segundo IPUF (1981) apud PMF (1994), considera que a principal forma de sua ocorrência se dá sob a forma de matações e blocos com diâmetros predominantes de 1 a 10 metros. Pode-se observar a concentração de matações em algumas áreas, formando “campos de matações”, como no Morro da Cruz, Jurerê e Ratonés. Este granito também ocorre sob a forma de afloramento, sendo observados principalmente junto ao mar, onde a erosão, principalmente a marítima, retirou a camada de solo residual. Assim, tem-se os afloramentos nas praias da Joaquina, do Forte, Jurerê. Outros afloramentos deste Granito podem ser vistos junto a escarpas associadas a elevações e mesmo a escarpas de falhas tais como no Morro da Cruz.

**Tabela 3. 1 – Coluna estratigráfica da Ilha de Santa Catarina****QUATERNÁRIO**

Holoceno e/ou Pleistoceno

Depósitos de turfas

Depósitos de manguezais

Depósitos eólicos

Depósitos lagunares

Depósitos transicionais lagunares

Depósitos marinhos praias

**TERCIÁRIO / QUATERNÁRIO**

Depósitos de encosta

**JURO-CRETÁCEO**

Diques de diabásio

**PROTEROZÓICO SUPERIOR AO EO-PALEOZÓICO**

(Ciclo Tectônico Brasileiro)

Magmatismo pós-tectônico

Riolito Cambirela, Granito Itacorubí

Suíte Pedras Grandes

Granito Ilha

Magmatismo tardi-tectônico

Granitóide São Pedro de Alcantra

Magmatismo sin-tectônico

Granitóide Paulo Lopes

Suíte Vulcano-Plutônica Cambirela

Fonte: CARUSO in SANTOS (1997)

Os diques (formas hipoabissais) de riolito que ocorrem na Ilha de Santa Catarina, pertencem à Formação Campo Alegre, Grupo Itajaí, segundo PMF (1994),

encontram-se no Morro do Matadeiro, entre as praias da Armação e Pântano do Sul, Morro da Costa da Lagoas, Ponta do Coral e Morro da Cruz.

As rochas intrusivas básicas (diabásios) que ocorrem na Ilha de Santa Catarina, pertencem a Formação Serra Geral, Grupo São Bento, de acordo com PMF (1994), os diques de diabásio possuem extensão limitada, apresentando-se geralmente alterados devido ao intemperismo, com direção predominante NE. Estes diques, ocorrem cortando os granitóides e estão encaixados em falhamentos existentes no granito Palmeira do Meio.

Os depósitos sedimentares possuem diferentes características e gêneses e formam as baixadas e planos da Ilha. Segundo SANTOS(1997), os depósitos de encostas são acumulações de material detrítico, proveniente do intemperismo das rochas graníticas que compõem a Ilha e em alguns pontos sofreram a ação marinha e eólica, sendo retrabalhados, formando “rampas de dissipação”, interrelacionando-se com depósitos tipicamente marinhos e eólicos. Exemplos típicos são a Praia dos Ingleses, onde junto aos morros, tem-se depósitos de origem eólica, interligados com depósitos coluvionares; Praia Mole, proximidades da Lagoa da Conceição e Praia do Campeche, sempre nas regiões de transição entre os depósitos sedimentares eólicos e os morros de granito.

Para CARUSO JR.(1993) apud SANTOS (1997), os depósitos marinhos praias , os depósitos transicionais lagunares, os depósitos lagunares, os depósitos eólicos, os depósitos paludais e turfáceos e os depósitos de manguezais são todos relacionados ao período Pleistoceno e/ou Holoceno.

Os depósitos marinhos são cordões litorâneos, relacionados à oscilação do nível do mar, composto principalmente por areias quartzosas de granulação média a grossa, onde os depósitos de maior extensão situam-se nas regiões de Ingleses, Rio Vermelho e Campeche.

Os depósitos transicionais lagunares ocorrem com maior expressão, no Norte da Ilha, nas praias de Canasvieiras e Cachoeira de Bom Jesus e ao Sul no Pântano do Sul, onde a ingressão de águas do mar, com posterior regressão, proporcionou a formação de vários lagos e manguezais.

Os depósitos lagunares estão representados pela lagoas do Perú, Conceição e Lagoinha do Leste, com predominância de sedimentos arenosos nas margens e finos nas partes de maior profundidade.

Os dois depósitos eólicos de maior expressão na Ilha, são o campo de dunas da praia da Joaquina e das Aranhas, junto a praia do Santinho e Ingleses, os quais são movimentados pelos ventos da direção Nordeste e do quadrante Sul, principalmente nos meses de inverno.

### **3.4 – GEOMORFOLOGIA E RELEVO**

A Ilha de Santa Catarina, originalmente era constituída por um “arquipélago” de rochas cristalinas, atualmente, representadas pelos morros e que provavelmente durante o período Terciário, em período alternados do Quaternário, esse grupo de ilhas foi ligado por formações constituídas por sedimentos marinhos, lacustres, eólicos e fluviais, desenvolvendo-se as restingas, e à medida que se expandiam, aumentavam a extensão das praias e passavam a sofrer retrabalhamento pelo vento, originando as dunas.

A disposição desses grupos de ilhas, suas projeções e reentrâncias que abrigam pequenas enseadas e que protegem antigas baías, evidenciam o controle estrutural do alinhamento NE-WS. As paleoenseadas, incrustadas no embasamento salientam a orientação secundária da estrutura com a direção NW-SE, coerente com alinhamento da área continental.

Os terrenos cristalinos, que constituem os embasamentos rochosos e correspondem a Unidade Geomorfológica Serras Litorâneas, estão representados pelos granitos do Complexo Granítico Pedras Grandes, por riolitos e por intrusões em forma de diques de diabásio. Este embasamento serve de apoio às áreas sedimentares que delineiam o atual contorno da Ilha e que faz parte da Unidade Geomorfológica Planícies Costeiras.

Nas encostas das elevações cristalinas, onde predominam os processos pluvial e intemperismo químico, o principal aspecto morfológico se constitui nas rampas de dissipação colúvio-aluviais.

As Planícies Costeiras estão representadas na área em estudo por campos de dunas, de baixa altitude, alcançando 40 m nos campos de dissipação de dunas, e apresentam morfologia típica. Segundo HERMANN (1989) apud SANTOS (1997), na planície sedimentar verifica-se a atuação de processos erosivos e deposicionais sob várias condições distintas de ambiente, onde os rios, os mangues, as praias e as lagoas aí existentes, constituem a Unidade Geomorfológica Planícies Costeiras.



### 3.5 – RECURSOS HÍDRICOS

Rios e lagoas integram a hidrografia da ilha. Os rios são de pequeno porte. A maioria das nascentes localiza-se nos terrenos do embasamento cristalino. Segundo relatório da comissão da Associação dos Municípios da Grande Florianópolis, GRANFPOLIS (1994), em Florianópolis a drenagem natural é composta principalmente pelos rio Ratoles, Papaquara, Córrego Grande, Tavares e Ribeirão João Gualberto.

O Norte da Ilha é drenado pela bacia do rio Ratoles, a maior existente na Ilha. O Sul pela bacia do rio Tavares, que deságua na Baía Sul e pela bacia do rio Itacorubi, que deságua na Baía Norte. Os estuários desses rios formam uns dos principais ecossistemas litorâneos – os manguezais, os quais recebem a mesma denominação.

No Leste da Ilha de Santa Catarina, segundo SANTOS (1997), localizam-se as duas maiores lagoas: a da Conceição e a do Peri, as quais estão separadas do mar por cordões arenosos, além de outras pequenas lagoas que estão colmatadas ou em adiantado estágio de colmatção como a Lagoinha de Leste, no Pântano do Sul; Lagoinha Pequena, Campeche; Lagoinha da Chica, Campeche; Lagoinha Ponta das Canas.

A Lagoa da Conceição é a maior delas, com 19,71 Km<sup>2</sup>, e sofre influência da maré, facilitada pelo canal da Barra. Nas águas salobras desenvolve-se uma fauna marinha rica em crustáceos e peixes. A Lagoa do Peri, com 2 a 4 metros de profundidade, possui 5,12 Km<sup>2</sup>, e situa-se a 3 metros acima do nível do mar. Não sofre a influência da maré, e constitui-se num reservatório de água doce.

Na Ilha de Santa Catarina, de acordo com REGO NETO (1990) apud PMF (1994), os aquíferos subterrâneos estão localizados sob o embasamento cristalino e nas planícies compostas de sedimentos marinhos, eólicos e aluvionares .

No embasamento cristalino os aquíferos encontram-se a uma profundidade de aproximadamente 200 metros e são alimentados pelas chuvas e indiretamente pelo sistema de drenagem natural (região de carga).

Nas planícies sedimentares, principalmente nos sedimentos de origem eólica, localizam-se os maiores potenciais de água subterrânea para abastecimento público. A falta de pesquisas hidrogeológicas e de uma legislação específica de zoneamento de uso e ocupação do solo, visando a proteção destes aquíferos, podem fazer com que o mau uso do espaço físico venha a comprometer estes recursos.

### **3.6 - UNIDADES GEOTÉCNICAS**

As unidades geotécnicas que ocorrem na Ilha de Santa Catarina e na porção insular – município de Florianópolis, são descritas abaixo, segundo SANTOS (1997), conforme resultados obtidos no mapeamento das unidades geotécnicas, através da amostragem de campo, ensaios laboratoriais e descrição dos perfis de sondagens.

#### **3.6.1 - Unidade PVg - Podzólico Vermelho-Amarelo, substrato Granito**

Esta unidade ocorre na toposequência à meia encosta, é formada por solos com horizonte B pouco desenvolvido, em geral inferior a 3.0 m. Os granitos variam de sienito a granodiorito com ampla variação na cor e na textura. As amostras dos horizontes B apresenta granulometria mais fina do que as dos horizontes BC e C, como era de se esperar, devido a diferenciação da atuação do processo do intemperismo e da granulometria variável da rocha de origem. Dois tipos de granitos deram origem à esta Unidade: o Granito Ilha ou Florianópolis e o Granito Itacorubi, como diferenças, os perfis de alteração do Granito Itacorubi são mais espessos e a textura um pouco mais fina do que o Granito Ilha. O teor de argila no horizonte B, em geral, fica próximo de 45%. O processo de intemperização que atua neste material rochoso, muito fraturado, proporciona a formação de solos com diferentes granulometria no horizonte C, variando também com a distância da rocha de origem. O horizonte C, apresenta cores rosadas e amareladas, minerais primários e espessuras que chegam a 25 m, com presença constante de matacões e blocos de rocha. Ocorrem também variações horizontais, sendo encontrados núcleos mais o menos resistentes, que dependem do início do processo de intemperismo, segundo o plano de falha da rocha. Neste horizonte os planos iniciais de argilização ficam preservados e interferem na resistência dos taludes. A capacidade de troca catiônica (CTC), varia na maioria dos perfis analisados de 5 meq/100g à 10 meq/100g de argila, aumentando com a profundidade. Ver figura 3.2.

#### **3.6.2 - Unidade PVd - Podzólico Vermelho-Amarelo, substrato Diabásio**

Esta unidade ocorre junto aos diques de diabásio que cortam os corpos graníticos da Ilha de Santa Catarina. De acordo com o mapa pedológico, os Podzólico Vermelho

Escuro (PE) existente na região, estão associados aos diques de diabásio e juntamente com a presença do solo de alteração de granito formam o PV e não o PE. Difere dos PVg, por apresentar textura mais fina, trazendo consequências ao comportamento mecânico dos mesmos, devido as suas características expansivas, mesmo sob compressão. Apresenta uma coloração vermelha e uma estrutura peculiar que mostra seu processo de alteração com núcleos menos alterados e planos preferenciais de fraqueza. Quando encontrados na superfície, apresentam a seqüência de horizontes A, B, C, R e RA. No horizonte C, a granulometria é bastante fina, com a presença predominante de silte e argila. As espessuras de solo junto aos diques de diabásio são relativamente maiores se comparadas às dos solos de alteração de granito mesmo quando em regiões de falha do granito. Como a rocha de origem é diabásio, deve-se esperar elevada capacidade de troca catiônica.

### **3.6.3 - Unidade Cg - Cambissolos, substrato Granito**

Esta unidade ocorre próximo ao topo do morros, num relevo montanhoso que impede o desenvolvimento do horizonte B. São solos minerais não hidromórficos, bem drenados. Sua textura é variada e não apresenta argila de atividade alta em função do material de origem. Foram identificados numa seqüência de horizontes A, B incipiente, C pouco espesso, R. Apresentam grande número de matacões dispersos em seu meio, sendo esse o fato causador dos maiores problemas geotécnicos dessa unidade. Estes apresentam características semelhantes aos PVg, diferenciando-se pelo horizonte B que é incipiente e de pequena espessura (<50 cm).

### **3.6.4 - Unidade Cde - Cambissolos com substrato Depósito de Encosta**

Esta unidade ocorre na região de transição entre o morro e a planície. Sua textura é bastante variável em função do material de origem, da energia de transporte das partículas e do intemperismo, podendo ocorrer matacões na massa do solo. A granulometria pode ser bem variada, dependendo da declividade, desde depósitos de seixos até matacões, de natureza granítica (riolito) e diabásio, nas áreas de maior declividade. Nas área de menor declividade, ocorrem depósitos areno-argilosos ou areno-silto-argilosos. São solos minerais não hidromórficos, com drenagem variando de acentuada até imperfeita, com horizonte A, seguido de B incipiente, não plúntico. O horizonte B pode apresentar argila de atividade alta, se o material de origem do

horizonte C for de diabásio. Com a ocorrência do horizonte B plíntico, nesta unidade, o solo passa-se a chamar de Plintossolo (Pde). Este horizonte apresenta-se geralmente compacto e pode ser multicolorido, devido a oscilação do lençol freático.

### **3.6.5 - Unidade PZsq - Podzol Hidromórfico mais Areia Quartzosas Hidromórficas**

Esta unidade aparece em relevo plano, com substrato sedimentos quaternários. Ocorre em grande área na região Norte da Ilha e em região próxima ao aeroporto. São solos minerais hidromórficos, com textura arenosa. Apresenta um horizonte B de cor ferruginosa, com profundidades variáveis, com acumulação de carbono orgânico, combinado a sesquióxidos livres, principalmente de alumínio com ou sem ferro, acompanhado de quantidade aproximadamente equivalente de argila cristalina aluvial, sob um horizonte A bastante espesso. Os compostos iluviados podem promover cimentação, gerando seção pouco permeável, na base deste horizonte. Nos outros horizontes a permeabilidade é elevada, por isso deve-se ter muito cuidado ao coletar amostras para determinação de permeabilidade neste tipo de solo. Precedendo o horizonte B pode ocorrer um horizonte E bastante claro (E albico), consequência da perda dos compostos orgâno-metálicos para o horizonte B. A estrutura é fracamente desenvolvida ou mesmo ausente. Quanto a drenagem, varia de mal a imperfeitamente drenado.

### **3.6.6 - Unidade Gsq - Glei Pouco Húmico, substrato Sedimentos Quaternários**

Esta unidade encontra-se normalmente no contorno das planícies de inundação. O solo Glei constitui classe de solo hidromórfico, onde o lençol freático, em condições naturais, pode-se manter próximo à superfície, com argila de atividade alta, caracterizado pela presença de um horizonte subsuperficial de coloração tipicamente acinzentada com ou sem mosqueado. A coloração cinzenta é devida à redução dos óxidos de ferro, que se processa em ambiente encharcado, portanto em meio anaeróbio, principalmente em áreas planas e de baixadas. As cores mosqueadas, que eventualmente ocorrem, com matizes normalmente bruno-amarelado e/ou avermelhado destacam-se sobremaneira no material de fundo acinzentado do horizonte Glei, e são

devidas a processos de oxidação parcial dos óxidos de ferro com a oscilação do lençol freático.

A ocupação desta área, constituída por depósito flúvio-lagunares, deve ser criteriosa, pois no perfil do solo, intercalam-se camadas silto-argilosas com camadas arenosas, ocorrendo, freqüentemente níveis de solo orgânico, de baixa capacidade suporte entre as mesmas. Conforme as sondagens executadas no local, as espessuras de solo mole variam de 9 a 16 metros aproximadamente sem atingir o impenetrável à percussão. Esta camada espessa de solo mole produzirá recalques prejudiciais a qualquer tipo de obra de engenharia.

### **3.6.7 - AQrd - Areias Quartzosas das Rampas de Dissipação, substrato Sedimentos Arenosos bem selecionados de Ambientes Marinho Litorânea e Eólico Retrabalhado**

Esta unidade ocorre normalmente em áreas de relevo plano ou suave ondulado, apresentando cores avermelhadas pela contribuição dos óxidos de ferro do Podzólico Vermelho Amarelo dos morros de granito, por isso, foram designadas dessa forma. As vezes são designadas Areias Quartzosas Podzolizadas. São solos poucos desenvolvidos, caracterizados fundamentalmente pela ocorrência de perfis excessivamente arenosos, onde predominam os grãos de quartzo na fração areia. Formam-se a partir de rochas sedimentares de granulação grosseira, ou materiais de origem não consolidados. Nos perfis, apresenta-se o horizonte A sobreposto diretamente ao horizonte C, com granulometria formada quase exclusivamente de areia fina.

### **3.6.8 - Unidade AQsq - Areias Quartzosas, substrato Sedimentos Quaternários**

Esta unidade é constituída por solos não hidromórficos, provenientes de sedimentos areno-quartzosos não consolidados de origem marinha de composição granulométrica fina (dunas ou aluviões). Estes solos ocorrem, normalmente, em áreas de relevo pouco movimentado, plano ou suave ondulado, com perfis profundos, apresentando espessuras superiores a 2 metros, com aparência homogênea, constituídos de horizonte A sobreposto diretamente ao C, este com coloração cinza clara. O

horizonte A possui uma tonalidade mais escura, mas nem sempre está presente. São solos bem drenados, soltos e sem estrutura, suscetíveis à erosão hídrica.

### **3.6.9 - Unidade Hosq - Solos orgânicos, substrato Sedimentos Quaternários**

Esta unidade é constituída de solos orgânicos, presença de argila de atividade alta (Ta), textura siltosa e média, substrato sedimentos quaternários, formados em região de baixadas, em condições de hidromorfismo. Dependendo do grau de alteração da matéria orgânica, a mesma pode apresentar-se no estado mais ou menos fibroso, com coloração escura ou preta. Quando submetido a carregamentos, reduz rapidamente de volume. Essa variação de volume também pode ocorrer devido a Ta e a variação da umidade.

### **3.6.10 - Unidade SMSq - Solos de Mangues com substrato Sedimentos Quaternários**

Esta unidade é considerada mais como tipo de terreno do que como classe de solo. São predominante halomórficos (salinos), alagados, ocorrem nas partes baixas do litoral que se localizam nas proximidades da desembocaduras dos rios, nas reentrâncias da costa e margens das lagoas, diretamente influenciados pelo movimento das marés, sob cobertura vegetal de mangue. Alguns apresentam horizontes gleizados, com alto teor de sais, provenientes da água do mar e de compostos de enxofre e profundidade variável. Como regra geral não possui diferenciação de horizontes, com exceção das áreas marginais, onde se verifica desenvolvimento de um horizonte A, sob camadas sedimentares indiferenciadas.

### **3.6.11 - Unidade DNSq - Dunas, substrato Sedimentos Quaternários**

Esta unidade é protegida por legislação específica quanto à ocupação e utilização como material de construção. Por não apresentar processos pedogenéticos, são considerados como tipo de terrenos e não como solo. São originados exclusivamente de deposição eólicas, de material areno-quartzoso, que mantém uma certa movimentação

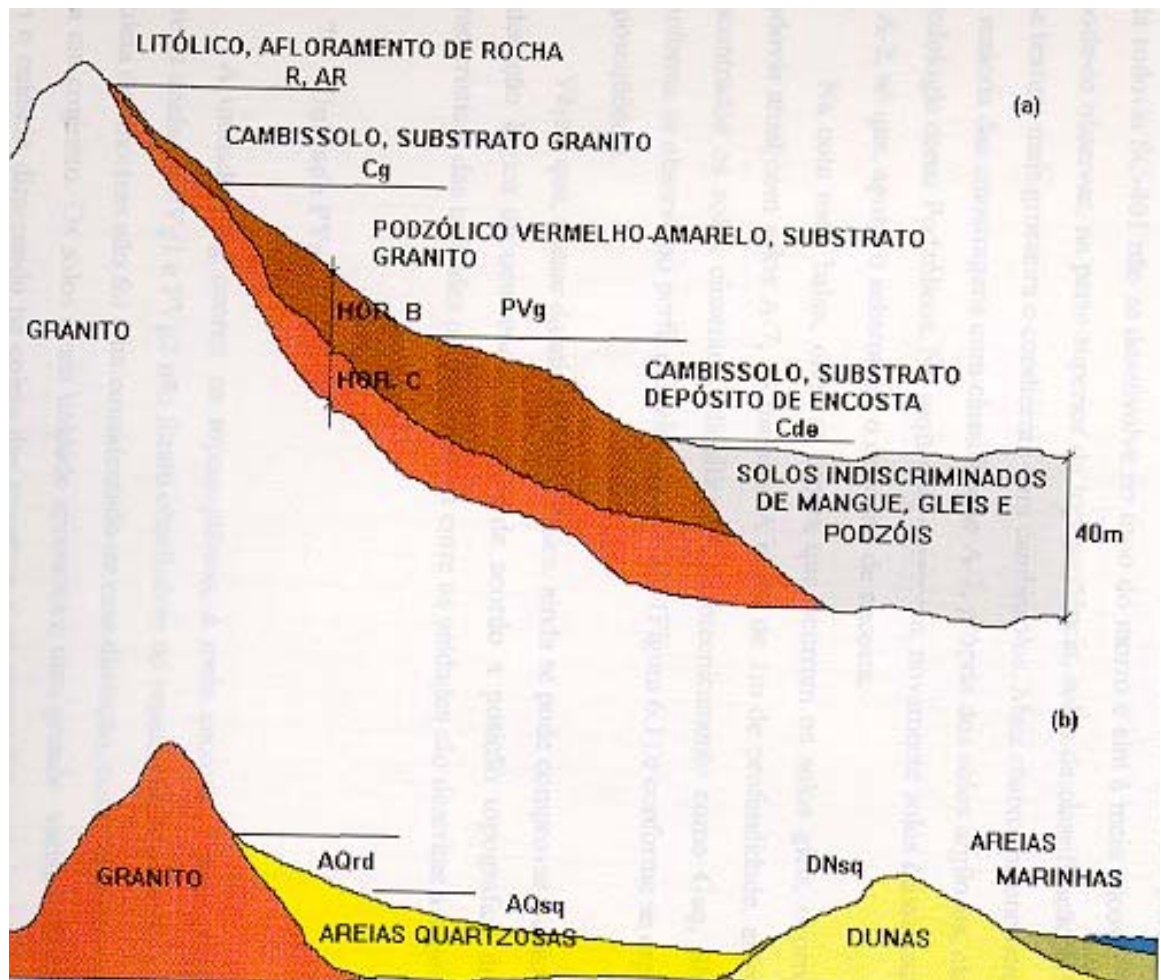
dependendo da vegetação que as recobre ou circundam e da atuação dos ventos. Os perfis são profundos, extremamente homogêneos e sem estrutura de origem pedológica. Sob as espessas camadas de areia podem ocorrer sedimentos argilosos marinhos. As dunas são constituídas exclusivamente por grãos de quartzos, quimicamente inertes, sendo utilizados como referencial para auxiliar nas conclusões sobre o comportamento da fração areia de outros tipos de solos.

### **3.6.12 - Unidade R – Litólicos**

Esta unidade compreende os solos litólicos que são solos rasos, pouco desenvolvidos, e se caracterizam pela presença de horizonte A assentado diretamente sobre a rocha matriz ou sobre o horizonte C, ou sobre a rocha alterada (RA), ou ainda sobre a rocha sã (R). Sua ocorrência está restrita a pequenas ilhas e algumas bordas de costões na Ilha de Santa Catarina. Nesta unidade podem ser incluídos os afloramentos de rochas. Os solos litólicos, ocorrem ainda, associados com o Podzólico-Vermelho Amarelo, situando-se em relevo ondulado até escarpado, nos topos de morro e nas encostas. São solos cujas características estão vinculadas ao substrato rochoso.

### **3.6.13 - Unidade AR**

Esta unidade refere-se à exposição de rochas do embasamento quer seja como afloramentos rochosos, na forma de lajeados ou camadas muito delgada de solos ou ainda ocorrência significativa de matações em geral com mais de 100 cm de diâmetro. Sua presença é registrada em algumas ilhas e associada com o Podzólico-Vermelho Amarelo, situando-se em relevo ondulado até escarpado.



**Figura 3.2: Toposequência Típica dos Solos de Florianópolis**  
**Fonte: SANTOS (1997)**



## **CAPÍTULO IV**

### **METODOLOGIA UTILIZADA**

#### **4.1 – MATERIAIS E FERRAMENTAL TECNOLÓGICO UTILIZADOS**

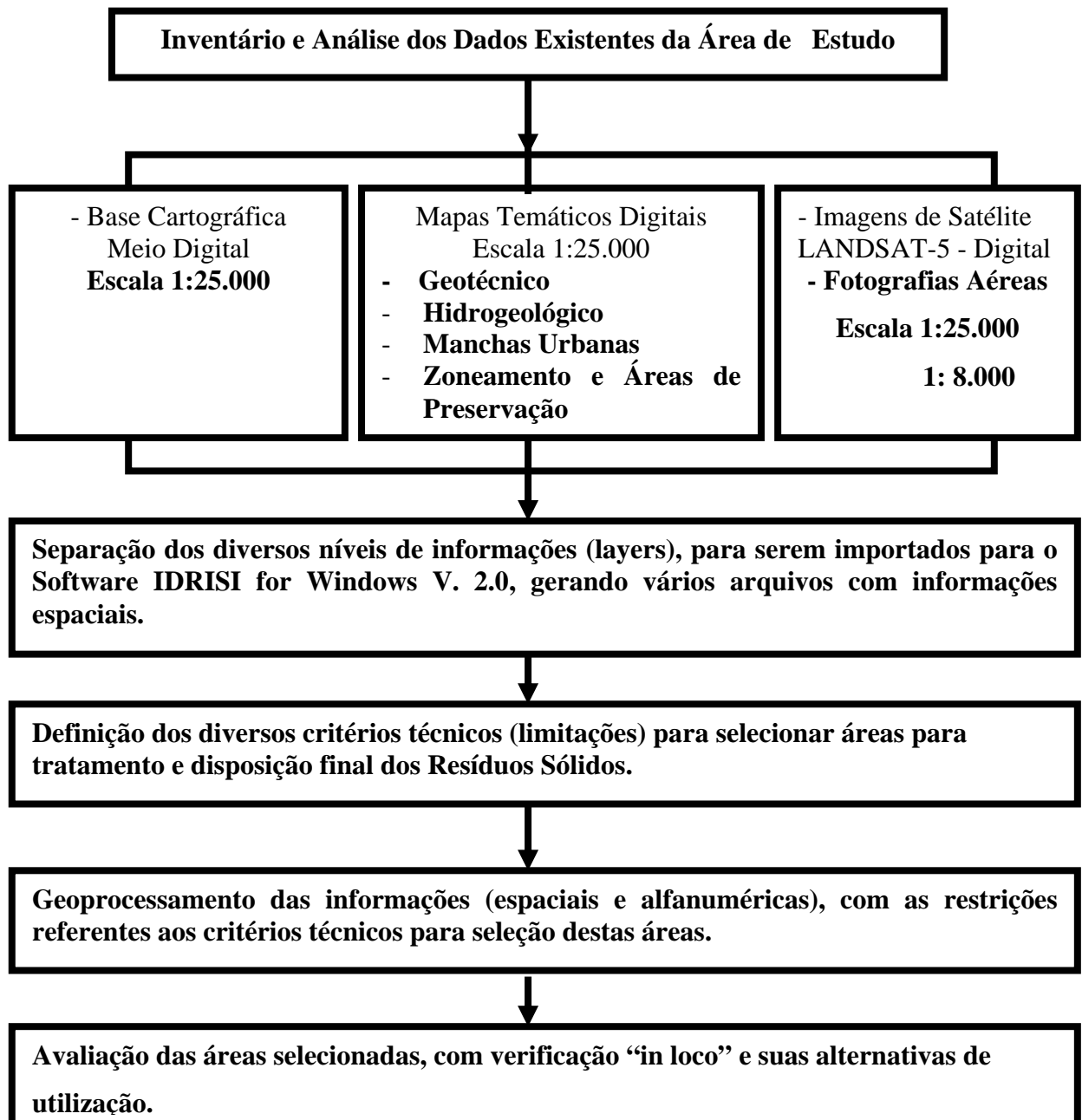
Os materiais utilizados constituem-se de informações básicas relativas aos diversos níveis de informações que serão processados em SIG, necessitando, para isso, de ferramental tecnológico (hardware e software). Os materiais e o ferramental tecnológico utilizados são:

- a) Base Cartográfica na Escala 1:25.000 do município de Florianópolis (IPUF/1979), transformado para Meio Digital, (ORTH / CNPq, 1999);
- b) Mapas Temáticos Digitais, Escala 1:25.000:
  - 1 - Mapa Geotécnico (SANTOS, 1997);
  - 2 - Mapa Hidrogeológico (GUEDES JUNIOR, 1999);
  - 3 - Mapa de Manchas Urbanas (ORTH/ CNPq, 1999);
  - 4 - Mapa de Zoneamento e Áreas de Preservação Permanente (ORTH/ CNPq, 1999);
- c) Imagens do Satélite TM LANDSAT 5 – Digital, bandas 1,2,3, 4, 5 e 7, órbita 220/079 EE da Ilha de Santa Catarina, com data de aquisição de 18/05/1995, fornecida pelo INPE;
- d) Imagens do Satélite TM LANDSAT 5, bandas 3, 4 e 5, órbita 220/079 EE, da Ilha de Santa Catarina, com data de aquisição de 18/05/1995, fornecida pelo INPE em papel, com nível de correção 4, na escala 1:50.000;
- e) Imagens do Satélite SPOT pancromática, ID 3 714405 951107 133520 1P, da Ilha de Santa Catarina, fornecida pela INTERSAT em papel na escala 1:50000;
- f) Fotografias Aéreas (IPUF/ESTEIO/94) do Município de Florianópolis em Escalas 1:25.000 e 1: 8.000;
- g) Ortofotocarta – Área Conurbada de Florianópolis (IPUF/ AEROFOTO CRUZEIRO S.A./79). Folha 19, Escala 1:5.000;

- h) Software de digitalização e edição vetorial MicroStation 95, Word versão 97;
- i) Software de Geoprocessamento IDRISI for Windows versão 2.0;
- j) Mesa Digitalizadora marca Digigraph, modelo Van Gogh, tamanho Ao;
- k) Processador Pentium PRO-S 200 MHz, 64 de MB RAM, HD de capacidade 4,046 GB e periféricos;
- l) Plotter de pena Ao;
- m) GPS 38, marca Garmin (LABCIG/ECV).

## 4.2 - METODOLOGIA

A metodologia utilizada na seleção de áreas para o tratamento e disposição final de resíduos sólidos foi feita em diferentes etapas, conforme pode ser observado no fluxograma de trabalho, apresentado na Figura 4.1.



**Figura 4.1 – Fluxograma da metodologia utilizada para escolha de áreas para o tratamento e disposição final de resíduos sólidos.**

#### **4.2.1 - Inventário e Análise dos Dados Existentes da Área de Estudo**

Inicialmente fez-se um inventário sobre os dados existentes da área de estudo, o qual possibilitou a identificação do meio físico do município de Florianópolis, através de estudos do clima, da geologia, da geomorfologia e relevo e dos recursos hídricos, e também dos documentos cartográficos existentes, os quais serviram para fornecer as informações espaciais e alfanuméricas necessárias para o geoprocessamento.

Para tanto foram levantados os documentos cartográficos descritos no item 4.1, e cuja a escala dos documentos em meio digital, era a mesma que foi adotada para este trabalho, a qual foi considerada ideal, em virtude do extensão da área de estudo. Algumas informações espaciais foram digitalizadas, a partir do meio analógico, na escala 1:25.000, como algumas curvas de nível e a hidrografia que estavam faltando ou estavam incompleta. Todas as demais informações espaciais de interesse para este trabalho foram encontradas nos documentos consultados.

#### **4.2.2 - Separação dos Diversos Níveis de Informações**

Os documentos citados no item 4.1 serão utilizados para fornecer as informações relativas ao relevo (curvas de nível), à rede viária, à rede hidrográfica, ao mapeamento geotécnico e ao mapeamento hidrogeológico, ao uso e cobertura do solo e ao zoneamento, ressaltando as áreas de preservação permanente, tudo estruturado topologicamente, formando níveis de informações individualizados para cada tema, para serem processados no software IDRISI for Windows v. 2.0 (Clark University).

Estes níveis de informações referem-se ao contorno da área de estudo ( limite municipal), representados por coordenadas planas (UTM), à ocupação urbana (manchas urbanas dentro desse limite), ao sistema viário (verificação dos pontos de convergência), às áreas especiais de proteção (parques, estações ecológicas), à hidrografia e à hidrogeologia , à fisiografia (unidades geotécnicas apropriadas, profundidade do lençol freático, espessura de solo e verificação de zona com falhamentos) e ao próprio clima.

Estas feições individualizadas, após a digitalização, foram editadas e estruturadas topologicamente, formando arquivos vetoriais separados, os quais juntamente com os critérios técnicos baseados nestas informações do meio físico e nas

exigências legais e ambientais para o projeto de seleção de áreas para o sistema de tratamento e disposição final dos resíduos sólidos foram processadas no software para obtenção desses resultados.

#### **4.2.3 – Definição dos Diversos Critérios Técnicos para Escolha das Áreas**

Os diversos critérios técnicos para a escolha de áreas para o sistema de tratamento e disposição final de resíduos sólidos, estão relacionados às limitações do meio físico, às exigências legais e ambientais vigentes na legislação Federal e Estadual do parcelamento e do uso do solo, do Código Florestal (Lei nº 4.771 de 15/09/65 e Lei nº 7.803 de 18/07/89) e da Resolução do CONAMA Nº 05 e do Plano Diretor do município de Florianópolis, e também da finalidade a que a área se destina.

Para aterro sanitário os critérios técnicos, legais e ambientais para seleção de áreas são:

- a) A declividade deve situar-se entre 2% e 10%, porque evita o rompimento das células durante a execução e operação do aterro sanitário;
- b) O material inconsolidado deve apresentar perfil homogêneo, que tenha uma porcentagem de finos (silte e argilas) em torno de 25%, e com as características C.T.C., pH e Permeabilidade adequadas. A permeabilidade deve ficar entre  $10^{-3}$  cm/s e  $10^{-5}$  cm/s, por combinar de forma mais adequada permeabilidade e CTC;
- c) Deverão ser evitadas áreas que apresentem camadas compressivas;
- d) O nível de água (N.A.) deve estar a 15 m de profundidade da base do aterro sanitário;
- e) Situar-se em distância igual ou maior que 300 m de cursos d'água, lagos, lagoas, açudes, poços, banhados, áreas alagadiças e áreas inundáveis;
- f) O substrato rochoso deve situar-se a uma profundidade não inferior a 20 metros da base do aterro sanitário;
- g) Para o afastamento das manchas urbanas pode-se optar por três alternativas: 2.000 m, 1.000 m e 500 m de distância. Neste trabalho adotou-se estas três faixas, com o intuito de verificar a que distância das manchas urbanas poderia encontrar áreas, mas o que é preconizado é um afastamento de 2.000 metros;
- h) Não incidir sobre áreas especiais de proteção (parques, estações ecológicas, entre outras);

- i) Distância igual ou maior a 200 m do eixo do sistema viário do município de Florianópolis, (rodovias estaduais – SC - 400 a 406);
- j) O tamanho das áreas são em função do volume de resíduos sólidos produzidos no município, devendo ser superior a 5 hectares.

Para a escolha de áreas para a estação de transferência, usina de triagem/compostagem e usina de incineração, os critérios técnicos são um pouco diferentes. Quanto aos aspectos fisiográficos e hidrogeológicos são menos rigorosos, mas os aspectos sócio-político e climático são mais acentuados.

A seguir têm-se alguns itens que deverão ser observados na escolha de áreas para a estação de transferência e o tratamento dos resíduos sólidos:

- a) Mais próxima possível da área a ser coletada;
- b) Posição estratégica em relação as vias de transporte;
- c) Construção em local que possibilite o mínimo de objeção da comunidade;
- d) Viabilidade econômica de operacionalização;
- e) Proximidades dos mercados consumidores de energia, dos materiais reciclados e do composto orgânico gerado;

#### **4.2.4 - Geoprocessamento das Informações (espaciais e alfanuméricas)**

Nesta etapa, as informações espaciais contidas nos diversos arquivos vetoriais referentes à hidrografia, ao sistema viário, às manchas urbanas, às áreas especiais de proteção e outras, foram convertidas para o formato raster. Devido as distâncias estabelecidas pelos critérios técnicos, para gerar faixas contínuas em torno destas feições básicas, foi utilizada a rotina *Analysis, Distance Operators, DISTANCE* do IDRISI, possibilitando com isso, a execução de diversos cruzamentos para a obtenção dos resultados esperados.

Os resultados esperados, que são as áreas para tratamento e disposição final de resíduos sólidos, estarão representados em arquivos gráficos (informações espaciais) interligados com atributos (informações alfanuméricas). As áreas serão discriminadas com seus respectivos banco de dados (área em hectares, unidades geotécnicas a qual está inserida, profundidade do lençol freático, declividade média, dentre outros atributos).

O capítulo V, “Geoprocessamento das Informações Espaciais e Alfanuméricas”, deste trabalho traz uma descrição completa de todas as operações de geoprocessamento utilizadas para seleção de áreas para o sistema de tratamento e disposição final de resíduos sólidos. É um capítulo especial, com detalhamento passo-a-passo desse item, devido a sua complexidade e por se tratar de uma ferramenta ainda pouco conhecida.

#### **4.2.5 - Avaliação das Áreas Selecionadas**

Nesta etapa, fez-se a verificação “in loco” das áreas selecionadas, com o intuito de constatar as características geotécnicas das mesmas, e se os critérios técnicos de limite de declividade e profundidade do lençol freático conferiam com o estabelecido.

As áreas selecionadas foram analisadas de acordo com sua utilização ( estação de transferência, usina de triagem/compostagem, usina de incineração e aterro sanitário), ressaltando algumas medidas mitigadoras para evitar danos ambientais e também alguns aspectos operacionais que deverão ser observados.

## **CAPÍTULO V**

### **GEOPROCESSAMENTO DAS INFORMAÇÕES ESPACIAIS E ALFANUMÉRICAS**

#### **5.1 - INTRODUÇÃO**

Este capítulo trata da descrição passo-a-passo de todas as operações de geoprocessamento, desde a digitalização na mesa, passando pela separação dos “layers”, transformação de arquivos com extensão **.dgn** para **.dxf** no software MicroStation, utilizando-se da operação de exportação de arquivos. As demais operações são realizadas no software IDRISI V. 2.0, desde a importação de arquivos com extensão **.dxf** para arquivos **.vec**, rasterização dos arquivos vetoriais, aplicações dos critérios técnicos e das restrições ambientais e jurídicas, através dos operadores de distância, reclassificação das imagens geradas, e das inúmeras operações matemáticas efetuadas nas imagens (multiplicação, adição, subtração, divisão) para obtenção dos resultados desejados.

#### **5.2 – PASSAGEM DO MEIO ANALÓGICO PARA O MEIO DIGITAL**

A digitalização de alguns elementos da base cartográfica do município de Florianópolis, na escala 1:25.000, em meio analógico, realizou-se na mesa digitalizadora, utilizando-se dos seguintes parâmetros:  $\Delta = 12,000$ ; tolerância = 25,000; ângulo = 5°; e as unidades de trabalho (m / cm).

Os parâmetros de digitalização estão ligados a escala da base cartográfica, onde o  $\Delta$  (delta) e a tolerância estão relacionados com o Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC).

Esta etapa só foi necessária para as curvas de nível e a hidrografia. Os demais “layers” já se encontravam em meio digital, necessitando apenas separá-los e editá-los.



Após a passagem do meio analógico para o meio digital, efetuou-se a edição dos “layers”. Se houver transporte dos arquivos de um computador para outro, via disquete ou rede, é necessário ao abrí-los, verificar se os parâmetros de digitalização se mantiveram, antes de editá-los, evitando assim o aumento exagerado do tamanho do arquivo.

### 5.3 – TRANSFORMAÇÃO DOS ARQUIVOS .DGN PARA .DXF

Esta etapa consistiu na exportação dos arquivos existentes, já editados, com extensão **(.dgn)** para **(.dxf)**, no software MicroStation, onde executou-se as seguintes funções do menu principal: File, Export, dgn - dxf

Os arquivos gerados foram: apa.dxf; app.dxf; curvasf.dxf; geot.dxf; hidro.dxf; higeol.dxf; orla.dxf; linhafrat.dxf; murb.dxf; viario.dxf.

### 5.4 – VETORIZAÇÃO DE ARQUIVOS

A vetorização dos arquivos foi realizada no ambiente do IDRISI V. 2.0, fazendo-se a importação dos arquivos com extensão **.dxf**, para arquivos vetoriais do IDRISI, através do menu principal. Aciona-se FILE, Import/Export, abrindo uma caixa de diálogo com o título: *IDRISI Import / Export Utility*.

Nesta caixa aciona-se Import, Desktop – Publishing Formats, DXF IDRISI, abrindo novamente outra caixa de diálogo com o título: *DXF IDRISI – DXF / IDRISI Conversion Module*, onde deve-se preencher o nome do arquivo **.dxf** que se deseja vetorizar, em seguida, aciona-se **continue**.

Imediatamente, outra caixa de diálogo é aberta, com o mesmo título, onde se define os parâmetros do arquivo vetorial que será gerado, com o respectivo nome de saída. Define-se ainda:

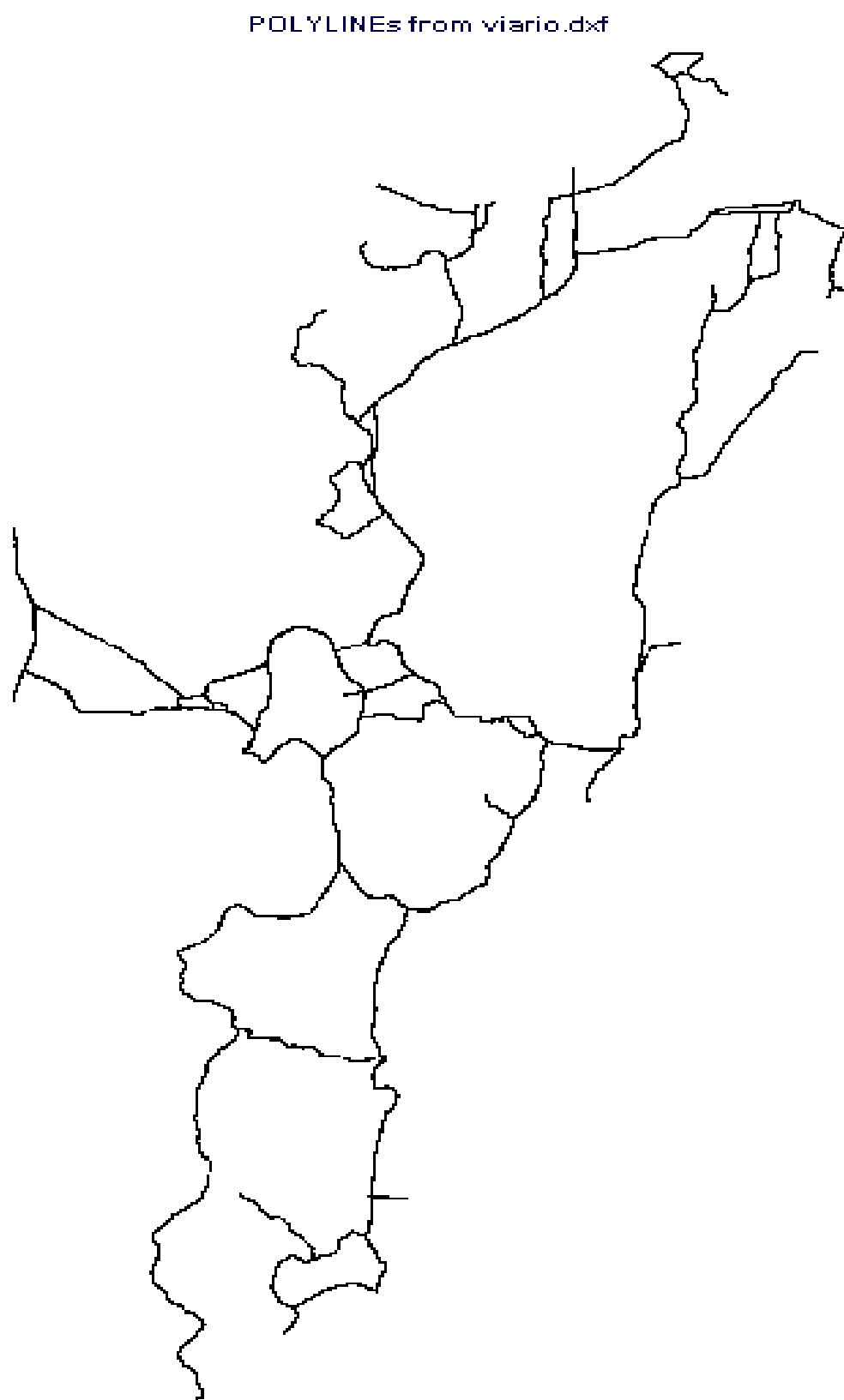
- A estrutura do arquivo (*Points, Lines, Polylines*);
- Atributo de localização;
- Sistema de referência;
- Unidade de medida.

Assim, todos os arquivos foram vetorizados, recebendo o mesmo nome, mas com a extensão **.vec** e com os seguintes atributos, conforme tabela 5.1.

**Tabela 5.1 – Arquivos Vetoriais e Atributos**

<b>Arquivo de Entrada</b>	<b>Estrutura do Arquivo</b>	<b>Arquivo de Saída</b>	<b>Atributos</b>	<b>Sistema de Referência</b>	<b>Unidade de Medida</b>
apa.dxf	<i>Polylines</i>	Apa.vec	1	UTM – 22 S	m
App.dxf	<i>Polylines</i>	App.vec	2	UTM - 22 S	m
Curvas.dxf	<i>Polylines</i>	Curvas.vec	<i>Z-Value</i>	UTM – 22 S	m
geot.dxf	<i>Polylines</i>	Geot.vec	3	UTM – 22 S	m
Hidro.dxf	<i>Polylines</i>	Hidro.vec	4	UTM – 22 S	m
Higeol.dxf	<i>Polylines</i>	Hidgeo.vec	5	UTM – 22 S	m
orla.dxf	<i>Polylines</i>	Orla.vec	6	UTM – 22 S	m
Linhfrat.dxf	<i>lines</i>	Linhfrat.vec	7	UTM – 22 S	m
Murb.dxf	<i>Polylines</i>	Murb.vec	8	UTM – 22 S	m
Viario.dxf	<i>Polylines</i>	Viario.vec	9	UTM – 22 S	m

A figura 5.1 representa o resultado da importação do arquivo **.dxf**, convertido em arquivo vetorial, com extensão **.vec**, no IDRISI V. 2.0. A figura em questão refere-se ao sistema viário principal do Município de Florianópolis.



**Figura 5.1: Sistema viário principal do Município de Florianópolis**

## 5.5 – RASTERIZAÇÃO DOS ARQUIVOS VETORIAIS

Para rasterizar os arquivos vetoriais é necessário antes definir um tamanho único de imagem da área de estudo, especificando a resolução matricial adotada e todos os parâmetros desta imagem. Depois, deve-se copiar estes parâmetros, nomeando as imagens criadas com o nome de cada arquivo vetorial, as quais não contém informações, apenas os parâmetros definidos anteriormente. Criada a imagem da área de estudo, copiados os seus parâmetros para cada “layer”, pode-se efetuar a rasterização dos arquivos vetoriais.

### 5.5.1 – Definição dos parâmetros espaciais da área de estudo

Para definir os parâmetros espaciais da área de estudo e criar uma imagem com estes parâmetros, deve-se através do menu principal do IDRISI V. 2.0, acionar *Data Entry, Inital*. Neste instante abre-se uma caixa de diálogo, com o título *INITIAL – Image Initialization*, devendo ser selecionadas as seguintes opções: *Define Spatial parameters individually; Integer; binary*. Informa-se ainda, o nome da imagem de saída, o título da imagem e o valor zero como valor inicial, acionando em seguida *continue*.

Imediatamente, outra caixa de diálogo é aberta, com título, *Reference Parameters*, onde é informado o número de colunas, o número de linhas, as coordenadas mínimas e máximas de X e de Y, o sistema de referência e a unidade de medida. Ver tabela 5.2.

**Tabela 5.2 – Parâmetros espaciais da imagem branca da área de estudo**

Número de Colunas	Número de Linhas	Coordenadas Máximas	Coordenadas Mínimas	Sistema de Referência	Unidade de Medida
2700	5300	X = 762.000,00 Y = 6.970.000,00	X = 735.000,00 Y = 6.917.000,00	UTM - 22 S	m

### 5.5.2 – Copiar os parâmetros da imagem branca para todos os arquivos vetoriais

Para copiar os parâmetros definidos para a área de estudo da imagem branca, gerando arquivos imagens com mesmos nomes dos arquivos vetoriais, deve-se através do menu principal do IDRISI V.2.0, acionar *Data Entry, Initial*. Neste instante abre-se uma caixa de diálogo, com o título *INITIAL – Image Initialization*, devendo ser selecionadas as seguintes opções: *Copy spatial parameters from another image; Integer; binary*. Informa-se ainda, o nome da imagem de saída, o nome da imagem que está sendo copiada, o título da imagem e o valor zero como valor inicial, acionando em seguida *OK*..

### 5.5.3 – Rasterização dos arquivos vetoriais

Com os arquivos imagens gerados, com os mesmos nomes dos arquivos vetoriais, os quais não contém informações espaciais, apenas possuem os parâmetros espaciais da área de estudo, deve-se através do menu principal do IDRISI V.2.0, acionar *Reformat, Raster / Vector Conversion*, definindo a estrutura do arquivo: *Pointras, Lineras, Polyras*.

Neste instante abre-se uma caixa de diálogo, com o título, de acordo com o tipo de estrutura de arquivo selecionado (*Pointras, Lineras, Polyras*), *POLYRAS – Vector to Raster Conversion: Polygons*. Informa-se ainda o nome do polígono vetorial, e o respectivo arquivo imagem com os parâmetros copiados. Tem-se assim, todos os arquivos imagens, na forma raster, conforme tabela 5.3.

A figura 5.2 representa o resultado da conversão de arquivo vetorial em raster, no IDRISI V. 2.0. A figura em questão refere-se à Área de Preservação Permanente do Município de Florianópolis.

**Tabela 5.3 – Arquivos rasterizados da área de estudo**

<b>Arquivos Vetoriais</b>	<b>Arquivos Rasteres</b>	<b>Sistema de Referência</b>	<b>Unidade de Medida</b>
apa.vec	apa.img	UTM - 22 S	m
app.vec	app.img	UTM - 22 S	m
curvas.vec	curvas.img	UTM - 22 S	m
geot.vec	geot.img	UTM - 22 S	m
hidro.vec	hidro.img	UTM - 22 S	m
hidgeo.vec	hidgeo.img	UTM - 22 S	m
orla.vec	orla.img	UTM - 22 S	m
linhfrat.vec	linhfrat.img	UTM - 22 S	m
murb.vec	murb.img	UTM - 22 S	m
viario.vec	viario.img	UTM - 22 S	m

## 5.6 – MODELO DIGITAL DO TERRENO

As curvas de nível após a digitalização e edição em arquivos 2D no software MicroStation, foram exportadas para arquivos 3D, permitindo assim fornecer as referidas elevações (cotas).

Em seguida, realizou-se a exportação do arquivo curvasf com extensão **(.dgn)** para **(.dxf)**, possibilitando a sua importação pelo software IDRISI V. 2.0, transformando em vetorial e em seguida em raster, procedimento este descrito anteriormente.

No arquivo imagem gerado (curvasf.img) efetuou-se a interpolação das curvas de nível, permitindo gerar o mapa de declividade, o qual sofreu uma reclassificação para atender as faixas de declividade de interesse da pesquisa.



**Figura 5.2:** Área de Preservação Permanente do Município de Florianópolis

### 5.6.1 – Interpolação das curvas de nível

Para interpolar as curvas de nível, deve-se através do menu principal do IDRISI V.2.0, acionar *DATA ENTRY, Surface Interpolation, INTERCON*. Neste instante abre-se uma caixa de diálogo, com o título *INTERCON – Inter - Contour Interpolation*, em que é informado o nome da imagem de entrada, o nome da imagem de saída, o valor de fundo e também as elevações (cotas) das extremidades superior e inferior da imagem de entrada.

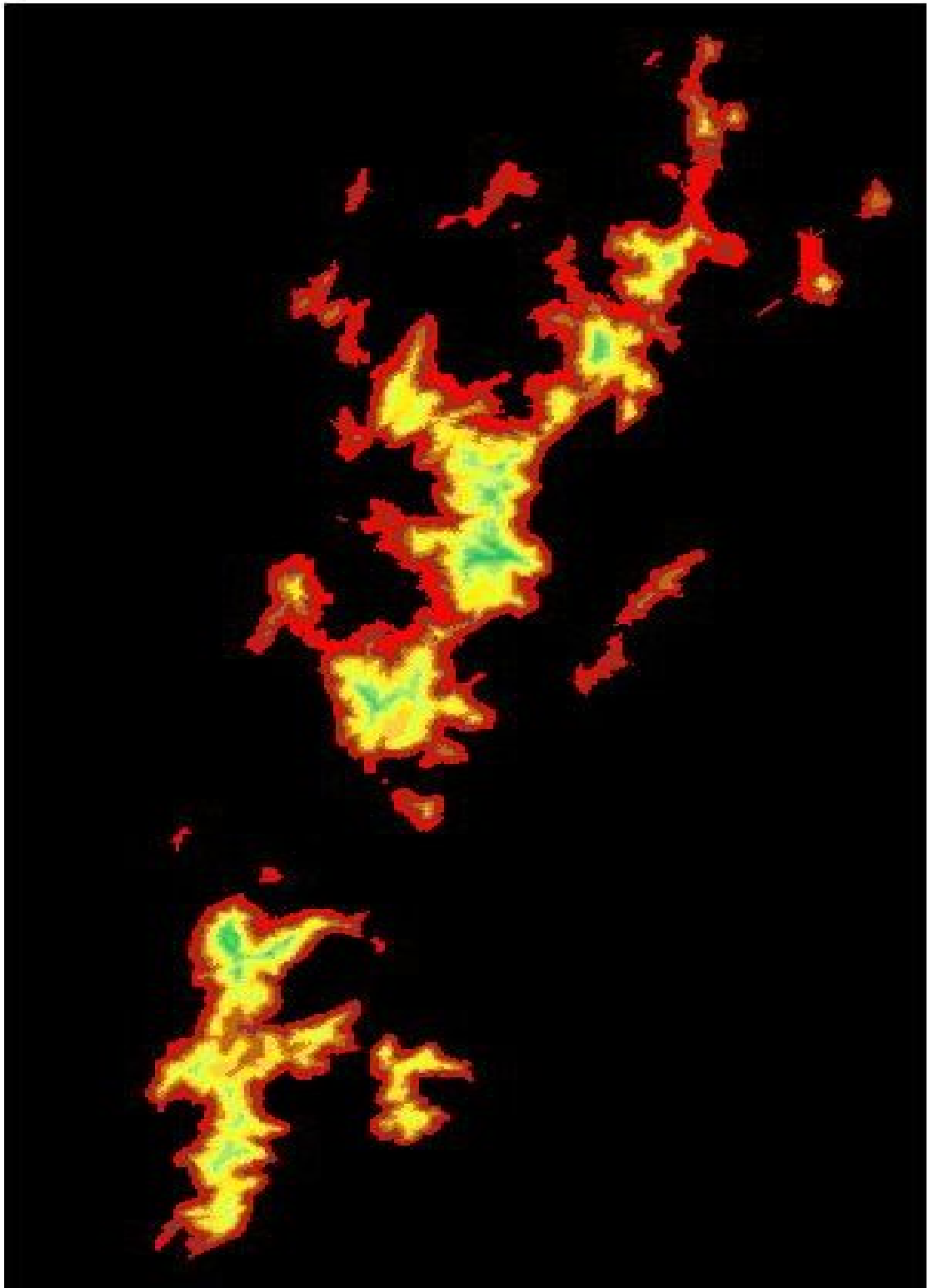
O processo de interpolação foi executado em 6 (seis) passos, com duração aproximada de 12 (doze) horas no total.

### 5.6.2 – Reclassificação dos valores negativos

Para reclassificar os valores negativos das curvas de nível interpoladas, deve-se através do menu principal do IDRISI V. 2.0, acionar *Analysis, Database Query, RECLASS*. Neste instante abre-se uma caixa de diálogo, com o título *RECLASS –Image Classification / Reclassification*, onde é selecionado: *Image, User – defined reclass*. Informa-se ainda o nome da imagem de entrada, o nome da imagem de saída, o título e as condições da reclassificação, onde receberam valor zero, neste caso específico, todos os valores negativos de -20,00 e imediatamente inferior a -1,00. Ver figura 5.3.



### Reclassificação dos valores negativos do DTM



**Figura 5.3:** Reclassificação dos valores negativos da interpolação das curvas de nível

### 5.6.3 – Mapa de declividade

Para gerar o mapa de declividade a partir da imagem das curvas de nível interpoladas e com seus valores negativos reclassificados, deve-se através do menu principal do IDRISI V. 2.0, acionar *Analysis, Context Operators, SURFACE*. Neste instante abre-se uma caixa de diálogo, com o título *SURFACE – Surface – Surface Analysis*, onde é selecionado: *Slope, Percent*. Informa-se ainda a imagem de entrada, a imagem de saída, e o fator de conversão, onde neste caso, o fator de conversão é 1 (um).

### 5.6.4 – Reclassificação do mapa de declividade por faixa

Para reclassificar o mapa de declividade por faixa, deve-se através do menu principal do IDRISI V. 2.0, acionar *Analysis, Database Query, RECLASS*. Neste instante abre-se uma caixa de diálogo, com o título *RECLASS –Image Classification / Reclassification*, onde é selecionado: *Image, User – defined reclass*. Informa-se ainda o nome da imagem de entrada, o nome da imagem de saída, o título e as condições da reclassificação, conforme tabela 5.4.

**Tabela 5.4 – Reclassificação do mapa de declividade por faixa**

Arquivo de entrada	Arquivo de saída	Classe de declividade	Novos valores
decliv.img	rdecl.img	0 a 2 %	2
decliv.img	rdecl.img	2 a 10 %	10
decliv.img	rdecl.img	10 a 15 %	15
decliv.img	rdecl.img	15 a 30 %	30
decliv.img	rdecl.img	Acima de 30 %	50

## 5.7 – APLICAÇÕES DOS CRITÉRIOS TÉCNICOS E DAS RESTRIÇÕES AMBIENTAIS, E JURÍDICAS (LEGAIS) NA SELEÇÃO DE ÁREAS, ATRAVÉS DOS OPERADORES DE DISTÂNCIA, RECLASSIFICANDO E FAZENDO OS CRUZAMENTOS DAS IMAGENS

Os critérios técnicos foram definidos tomando como base as normas técnicas específicas para seleção de área para o tratamento e disposição final de resíduos sólidos, para cada uma de suas finalidades e considerando-se as feições espaciais relevantes.

As restrições impostas pela legislação ambiental existente e pela Lei Orgânica do Município, traduzida pela Lei do Zoneamento e do Uso do Solo, permitiram através dos operadores de distância, gerar imagens que, quando reclassificadas estabeleçam faixas perimétricas com restrições à utilização para determinadas finalidades.

### 5.7.1 – Faixa de declividade ideal para aterro sanitário

A faixa de declividade ideal para aterro sanitário encontra-se entre 2 a 10 %, necessitando portanto reclassificar o mapa de declividade, em termos da lógica booleana, considerando 0 (zero) para todas as outras faixas de declividade e 1 (um) para a faixa de 2 a 10% (tabela 5.5), gerando um novo arquivo imagem, denominado de **declat.img**.

**Tabela 5.5 – Reclassificação do mapa de declividade para aterro sanitário**

Arquivo de entrada	Arquivo de saída	Classe de declividade	Novos valores
rdecl.img	declat.img	0 a 2 %	0
rdecl.img	declat.img	2 a 10 %	1
rdecl.img	declat.img	10 a 15 %	0
rdecl.img	declat.img	15 a 30 %	0
rdecl.img	declat.img	Acima de 30 %	0

### 5.7.2 – Operadores de distância

Esta etapa é importante porque a partir das feições de interesse, gera-se superfícies de distância, as quais por reclassificação irão permitir a aplicação dos

critérios técnicos e das restrições ambientais e jurídicas, formando as faixas de distância no perímetro das informações espaciais, utilizadas neste trabalho.

Para gerar a superfície de distância a partir do perímetro das informações espaciais, deve-se através do menu principal do IDRISI V. 2.0, acionar *Analysis, Distance Operators, DISTANCE*. Neste instante abre-se uma caixa de diálogo, com o título *DISTANCE – Distance Analysis*, onde é informado o nome da feição espacial que vai ser processada, o nome da imagem de saída e a unidade de valores, que no caso foi 1 (um), conforme tabela 5.6.

**Tabela 5.6 – Feições espaciais nas quais foram geradas superfície de distância**

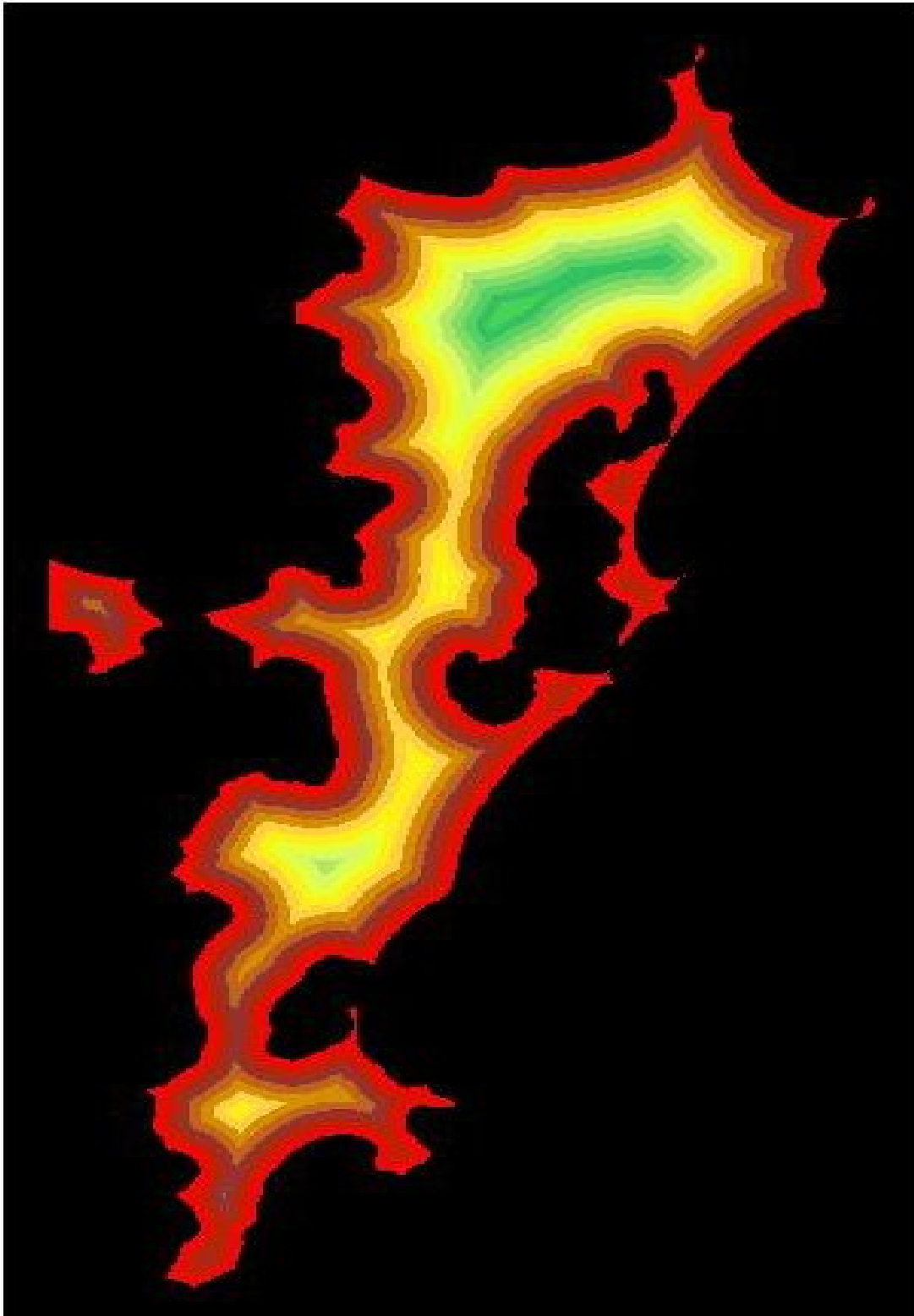
<b>Feições espaciais</b>	<b>Imagem de entrada</b>	<b>Imagem de saída</b>
Orla marítima do município	<b>orla.img</b>	orladi.img
Hidrografia	<b>hidro.img</b>	hidist.img
Sistema viário	<b>viario.img</b>	vidist.img
Ocupação urbana	<b>murb.img</b>	mudist.img
Área de proteção ambiental	<b>apa.img</b>	apadist.img

A figura 5.4 representa a aplicação do operador de distância através do IDRISI V. 2.0. A figura em questão refere-se à superfície de distância gerada na feição orla marítima, perímetro do Município de Florianópolis.

### **5.7.3 – Faixa de distância imposta pelas condições e restrições técnicas para aterro sanitário**

Para aplicar as condições e restrições técnicas através das faixas de distância nas imagens que foram geradas pelos operadores de distância, torna-se necessário reclassificá-las, conforme a função *Analysis, Database Query, RECLASS*, do menu principal do IDRISI V. 2.0, atendendo às distâncias especificadas para cada feição, conforme tabela 5.7.

Operadores de distância - Orla Marítima



**Figura 5.4:** Superfície de distância do perímetro do Município de Florianópolis

**Tabela 5.7 – Faixas de distâncias das feições espaciais para aterro sanitário**

<b>Feições espaciais</b>	<b>Distância (m)</b>	<b>Imagem de entrada</b>	<b>Imagem reclassificada</b>
Orla marítima do município	33,00 (terrenos de marinha)	orladi.img	termar.img
Hidrografia	> 300,00	hidist.img	hid300.img
Sistema viário	>200,00	vidist.img	via200.img
Ocupação urbana	1.500,00	mudist.img	murb15.img
Área de proteção ambiental	500,00	apadist.img	apa500.img

## **5.8 – CRUZAMENTO DAS INFORMAÇÕES ESPACIAIS PARA OBTENÇÃO DAS ÁREAS PARA AS DIVERSAS FINALIDADES**

Para obtenção das áreas para as diversas finalidades do sistema de tratamento de resíduos sólidos é necessário fazer o cruzamento das informações espaciais do referido projeto. São operações de *OVERLAY*, do módulo *Analysis, Mathematical Operators*, do software IDRISI V.2.0, utilizando primeiro a multiplicação para encontrar as áreas e depois a adição para compor o mapa final das áreas para tratamento e disposição final dos resíduos sólidos. (Ver Apêndice 1).

### **5.8.1 – Obtenção de áreas para aterro sanitário**

Para o cruzamento das informações espaciais para obtenção de áreas para aterro sanitário, deve-se através do menu principal do IDRISI V. 2.0, acionar *Analysis, Mathematical Operators, OVERLAY*. Neste instante abre-se uma caixa de diálogo, com o título *OVERLAY – Image Overlay*. Indica-se qual a operação matemática a realizar e informa-se os nomes das imagens que vão ser processadas, o nome da imagem de saída, resultado da operação matemática, e o título.

A operação matemática envolvida foi a multiplicação, envolvendo sempre duas imagens e o produto desta operação foi uma terceira imagem, a qual foi processada com outra e assim sucessivamente, até a obtenção das áreas para aterro sanitário, conforme tabela 5.8.

**Tabela 5.8 – Cruzamentos feitos na obtenção de áreas para aterro sanitário**

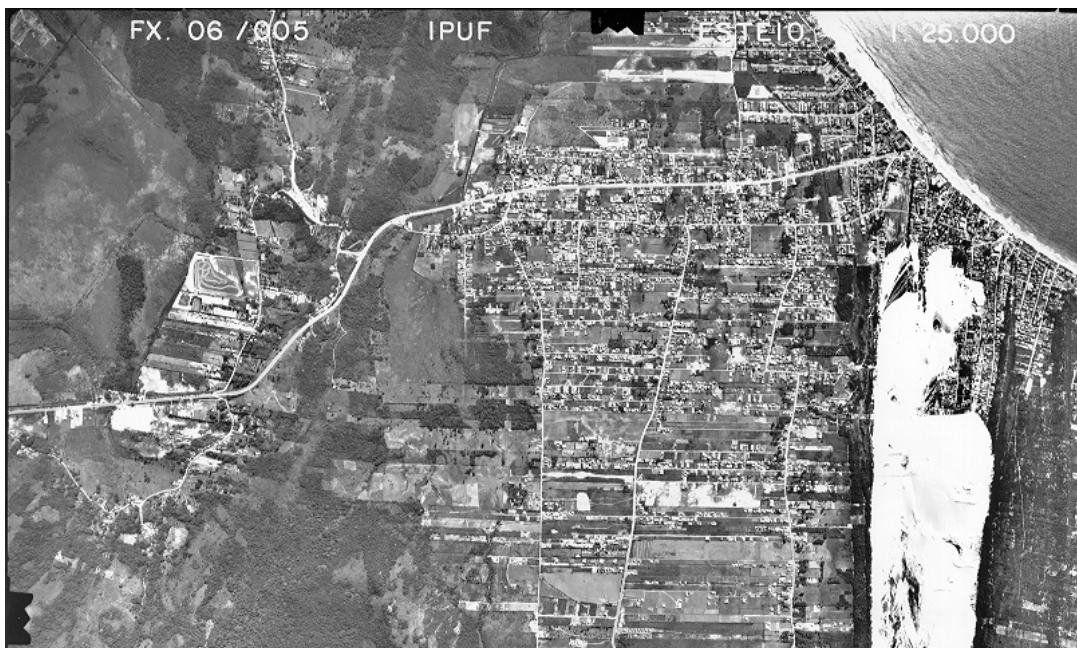
<b>Operação Matemática</b>		<b>Produto</b>	<b>Observações</b>
<b>Multiplicação</b>		<b>(.img)</b>	
Declat	X termar	decmar	33m (terrenos de marinha) X 2 a 10% (declividade)
Decmar	X geot1(3,10)	degeot	Unidades geotécnicas com 42% de silte e argila
Degeot	X via100	degv1	Faixa de 100 e 200 metros do sistema viário
	via200	degv2	
Degv1	X apa500	dgapa5	O entorno de 500 metros da área de proteção ambiental
Degv2	X apa500	dgapa25	
Dgapa5	X murb5	aturb5	Afastamento das áreas urbanizadas de 500 m, 1000 m, e 1500 m
	murb10	aturb10	
	murb15	aturb15	
dgapa25	X murb5	atur52	
	murb10	atur102	
	murb15	atur152	
Aturb5	X rapp	atapp5	Exclusão das APP
Aturb15	X rapp	atapp15	Não há área (1500 m murb)
Atur102	X rapp	atapp10	Exclusão das APP
Atapp5	X hid50	aterh5	Afastamento da rede de drenagem (50 e 300 m).
	hid300	aterh3	
atapp10	X hid50	aterh50	Não houve área
	hid300	ateh300	
Aterh3	X hidgeo	aterr2	Duas áreas foram encontradas

As figuras 5.5 e 5.6, mostram, através de fotografias terrestre e aérea, respectivamente, o local em que foi selecionada a área para aterro sanitário ao Norte da Ilha de Santa Catarina, próximo a Praia dos Ingleses.





**Figura 5. 5: Fotografia terrestre do local da área selecionada para aterro sanitário no Norte da Ilha de Santa Catarina**



**Figura 5.6: Fotografia aérea do local da área selecionada para aterro sanitário próximo a Praia dos Ingleses**

As figuras 5.7 e 5.8, mostram, através de fotografias terrestre e aérea, respectivamente, o local em que foi selecionada a área para aterro sanitário ao Sul da Ilha de Santa Catarina, próximo a base aérea e ao aeroporto Hercílio Luz.





**Figura 5.7: Fotografia terrestre do local da área selecionada para aterro sanitário no Sul da Ilha de Santa Catarina**



**Figura 5.8: Fotografia aérea do local da área selecionada para aterro sanitário próximo a Base Aérea e ao Aeroporto**

### 5.8.2 – Obtenção de áreas para centro de triagem e usina de compostagem

Para obtenção de áreas para centro de triagem e usina de compostagem, necessitou-se fazer a reclassificação sucessiva do mapa de declividade, para a faixa de declividade ideal para esta finalidade, conforme tabela 5.9.

**Tabela 5.9 – Reclassificação do mapa de declividade para centro de triagem e usina de compostagem**

Arquivo de entrada	Arquivo de saída	Classe de declividade	Arquivo de saída	Novos valores
decl.img	rdecl2.img	0 a 15%	decetri.img	1
decl.img	rdecl2.img	15 a 30 %	decetri.img	0
decl.img	rdecl2.img	Acima de 30 %	decetri.img	0

Para aplicar as condições e restrições técnicas através das faixas de distância nas imagens que foram geradas pelos operadores de distância, torna-se necessário reclassificá-las, conforme a função *Analysis, Database Query, RECLASS*, do menu principal do IDRISI V. 2.0, atendendo às distâncias especificadas para cada feição, conforme tabela 5.10.

**Tabela 5.10 – Faixas de distâncias das feições espaciais para centro de triagem e usina de compostagem**

Feições espaciais	Distância (m)	Imagem de entrada	Imagem reclassificada
Orla marítima do município	33,00 (terrenos de marinha)	orladi.img	termar.img
Hidrografia	> 50,00	hidist.img	hid300.img
Sistema viário	>100,00	vidist.img	via200.img
Ocupação urbana	1.500,00	mudist.img	murb15.img
Área de proteção ambiental	500,00	apadist.img	apa500.img

Para o cruzamento das informações espaciais para obtenção de áreas para centros de triagem e usina de compostagem, o procedimento foi o mesmo para aterro sanitário, utilizou-se da operação matemática multiplicação sucessivamente, até a obtenção das áreas para centro de triagem e usina de compostagem, conforme tabela 5.11.

**Tabela 5.11 – Cruzamentos feitos na obtenção de áreas para centro de triagem e usina de compostagem**

<b>Operação Matemática</b>		<b>Produto</b>	<b>Observações</b>
<b>Multiplicação</b>			
Decetri	X termar1	Decetm	33m (terrenos de marinha) X 0 a 15% (declividade)
Decetm	X murb5	tmurb5	Afastamento das áreas
	murb10	tmurb10	urbanizadas de 500 m,
	murb15	tmurb15	1000 m, e 1500 m
Tmurb5	X rapp	ctapp5	Exclusão das áreas de
Tmurb10	X rapp	ctapp10	preservação permanente
Tmurb15	X rapp	ctapp15	
Ctapp5	X apa500	ctapa5	O entorno de 500 metros da
Ctapp10	X apa500	ctapa10	área de proteção ambiental
Ctapp15	X apa500	ctapa15	
Ctapa5	X via100	ctvia5	100 metros do sistema
Ctapa10	X via100	ctvia10	viário
Ctapa15	X via100	ctvia15	
Ctvia5	X hid50	ctvh5	Afastamento da rede de
Ctvia10	X hid50	ctvh10	drenagem de 50 m.
Ctvia15	X hid50	ctvh15	
ctvh15		ctvh15	Quatro áreas foram encontradas

As figuras 5.9 e 5.10, mostram, através de fotografias terrestre e aérea, respectivamente, o local em que foram selecionadas as áreas para centro de triagem e usina de compostagem ao Norte da Ilha de Santa Catarina, acesso à Praia dos Ingleses.





**Figura 5.9: Fotografia terrestre do local da área selecionada para centro de triagem e usina de compostagem ao Norte da Ilha de Santa Catarina**



**Figura 5.10: Fotografia aérea do local das áreas selecionadas para centro de triagem e usina de compostagem, acesso à Praia dos Ingleses**

As figuras 5.11 e 5.12, mostram, através de fotografias terrestre e aérea, respectivamente, o local em que foi selecionada as áreas para centro de triagem e usina de compostagem ao Sul da Ilha de Santa Catarina, acesso novo de ligação da SC-405 com a localidade da Tapera.



**Figura 5.11: Fotografia terrestre do local das áreas selecionadas para centro de Triagem e usina de compostagem, no acesso novo de ligação da SC-405 à localidade da Tapera**



**Figura 5.12: Fotografia aérea do local das áreas selecionadas para centro de triagem e usina de compostagem ao Sul da Ilha de Santa Catarina**

### 5.8.3 – Obtenção de áreas para estação de transbordo ou estação de transferência

Para obtenção da área para estação de transbordo ou estação de transferência, não foram utilizados critérios para a sua seleção, pois considerou-se que a área que atualmente está sendo ocupada para esta finalidade apresenta características adequadas para continuação de suas atividades.

Dentre as características, destacam-se a sua localização por situar-se numa região central de convergência do sistema viário que corta o Município; está situada ao lado de uma área de proteção ambiental (mangue do Itacorubi) e do cemitério do Itacorubi e que no passado a área foi degradada porque recebia todo resíduo sólido produzido pelo Município (lixão do Itacorubi).

Para digitalização da área, utilizou-se uma ortofotocarta (IPUF/ESTEIO/1978), da época e que o lixão do Itacorubi estava em pleno funcionamento. O software utilizado para digitalização em mesa, edição e exportação foi MicroStation, gerando um arquivo digital que foi exportado de **.dgn** para **.dxf**.

Em seguida, importou-se o arquivo **.dxf** para software IDRISI V.2.0, onde foi vetorizado, passando pelo processo de conversão de vector para raster, conforme parâmetros da imagem da área de estudo.

O arquivo imagem gerado (estransf.img) da área da estação de transbordo serviu para compor com as demais áreas selecionadas e com outros “layers” de interesse, em operação de ADIÇÃO na função de *OVERLAY (Analysis, Mathematical Operators)*, do software IDRISI V. 2.0, formando um mapa final com as áreas selecionadas (anexo 1).

## **CAPÍTULO VI**

### **APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

#### **6.1 – APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS**

Os resultados alcançados nas várias etapas deste trabalho foram os seguintes:

1) Geração de vários arquivos gráficos em meio digital, com informações básicas separadas, envolvendo as informações do meio físico, como da base cartográfica, do uso e cobertura do solo, da legislação, tudo digitalizado na escala 1:25.000, editado e estruturado para serem processados em software para SIG;

2) Tem-se em forma de aprendizado, a aplicação e conseqüente domínio das técnicas de geoprocessamento, com a utilização de várias rotinas internas do software para SIG, no cruzamento de vários arquivos individualizados (layers), visando o mapeamento das áreas apropriadas ao tratamento e disposição final dos resíduos sólidos;

3) No final do processo, obteve-se arquivos em meio digital, contendo as áreas mapeadas para as diversas finalidades do sistema de tratamento e disposição final dos resíduos sólidos, como áreas para estação de transferência, tratamento (usinas de triagem/compostagem) e disposição final (aterro sanitário), (Anexo 1);

4) Gerou-se um banco de dados vinculado as áreas selecionadas, contidas no resultado final do geoprocessamento (arquivo digital das áreas selecionadas), relacionando as informações espaciais com as alfanuméricas. Estas áreas foram discriminadas com seu respectivo banco de dados (área em hectares, unidade geotécnica a qual está inserida, declividade média, dentre outros atributos).

## **6.2 – ANÁLISE DAS ÁREAS SELECIONADAS PARA AS DIVERSAS FINALIDADES**

### **6.2.1 – Áreas para aterros sanitários**

No final da fase de geoprocessamento foram encontradas duas áreas para aterros sanitários, conforme os critérios técnicos, ambientais e sociais adotados. Uma ao Norte (AterrN), medindo 7,565 hectares e outra ao Sul (AterrS), medindo 1,700 hectares.

Estas duas áreas selecionadas para aterros sanitários encontram-se a uma distância menor de 1000 metros e maior que 500 metros das áreas urbanizadas, pois para afastamentos maiores que 1.000 metros, não houveram áreas disponíveis. O ideal é que essas áreas estivessem afastadas das áreas urbanizadas de uma distância maior que 2.000 metros.

A utilização da área ao Sul foi completamente descartada para esta finalidade porque fica nas proximidades do aeroporto, paralela a linha de aterrissagem e decolagem de aeronaves e porque há uma determinação, segundo Resolução nº 05 do CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente), proibindo esta atividade num raio inferior a 20 (vinte) quilômetros do perímetro destas instalações.

A coordenada em projeção UTM (Universal Transversa de Mercator) de um ponto central da área selecionada para aterro sanitário no Norte da Ilha de Santa Catarina (AterrN) é (AterrN) (X;Y) = (755.447,600; 6.961.189,000) m, estando localizada na encosta do Morro do Muquém, na margem esquerda do Rio Capivari.

As unidades geotécnicas em que a área foi selecionada para aterro sanitário no Norte da Ilha de Santa Catarina foram Cde (Cambissolo, substrato depósito de encosta) e PVg (Associação de solo Podzólico Vermelho - Amarelo, substrato granito), ambos com textura média argilosa e relevo suave ondulado.

A área encontra-se situada em uma faixa de declividade de 2 a 10%, de acordo com as informações oriundas do modelo digital do terreno.

Na figura 6.1 está representado o interrelacionamento do banco de dados com as informações espaciais e alfanuméricas desta área selecionada para aterro sanitário.



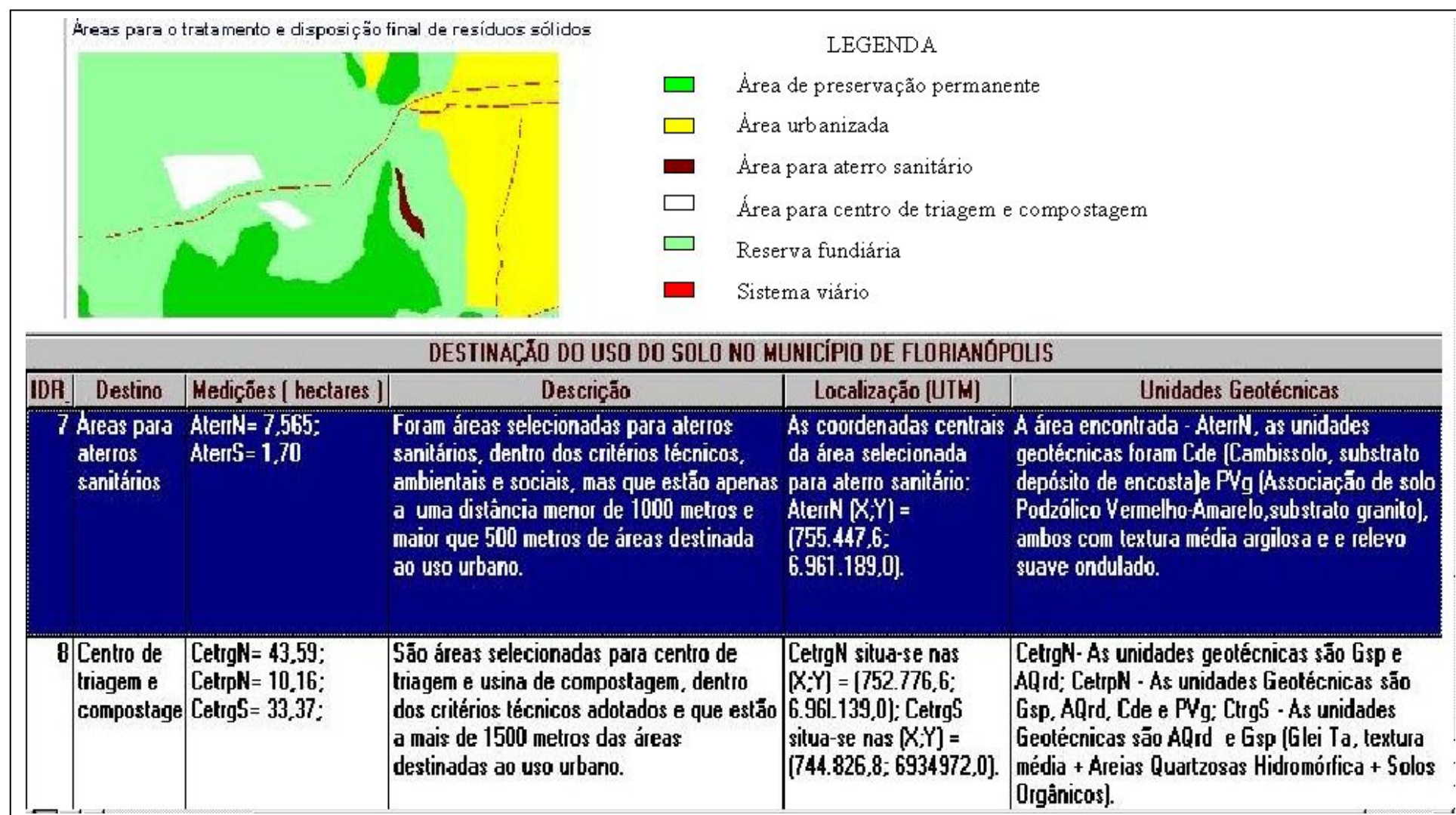


Figura 6.1: Comunicação de Bancos de Dados: Áreas para Aterros Sanitários

### 6.2.2 – Áreas para centro de triagem e usina de compostagem

No final da fase de geoprocessamento foram encontradas quatro áreas para centros de triagem e usina de compostagem, conforme os critérios técnicos, ambientais e sociais adotados. Duas ao Norte (Cetr<sub>g</sub>N e Cetr<sub>p</sub>N), medindo respectivamente 43,590 hectares e 10,160 hectares e outras duas ao Sul (Cetr<sub>g</sub>S e Cetr<sub>p</sub>S), medindo a primeira 33,370 hectares, e a Segunda 12,76 hectares.

As duas áreas selecionadas ao Norte da Ilha de Santa Catarina para centros de triagem e usina de compostagem, encontram-se a uma distância maior que 1500 metros das áreas urbanizadas. Estão situadas a margem esquerda do Rio Cachoeira, estando separadas uma da outra pela rodovia estadual SC-401, na localidade da Vargem do Bom Jesus.

As outras duas áreas selecionadas ao Sul da Ilha de Santa Catarina para esta finalidade, encontram-se nas proximidades do aeroporto, no acesso novo que liga a SC-405 a localidade da Tapera, na metade do percurso. Estas áreas situam-se na margem esquerda do Rio Fazenda.

As coordenadas em projeção UTM (Universal Transversa de Mercator) de um ponto central das áreas maiores selecionadas para centros de triagem e usina de compostagem, tanto ao Norte quanto ao Sul da Ilha de Santa Catarina, são respectivamente (Cetr<sub>g</sub>N) = (X;Y) = (752.776,600; 6.961.139,000) m e (Cetr<sub>g</sub>S) = (X;Y) = (744.826,800; 6934972,000) m.

Estas áreas estão situadas em planícies de sedimentação, com declividade baixa, e as unidades geotécnicas são do tipo Gsp (Glei Ta, textura média + Areias Quartzosas Hidromórfica + Solos Orgânicos, textura siltosa e média, substrato sedimentos quaternários) e AQrd (Areia Quartzosas das Rampas de dissipação, textura arenosa, substrato sedimentos terciários e quaternários). As duas maiores áreas, tanto ao Norte quanto ao Sul da Ilha de Santa Catarina, selecionadas para centros de triagem e usina de compostagem estão situadas nestas duas unidades.

Na figura 6.2 está representado o interrelacionamento do banco de dados com as informações espaciais e alfanuméricas destas áreas selecionadas para centros de triagem e usina de compostagem.

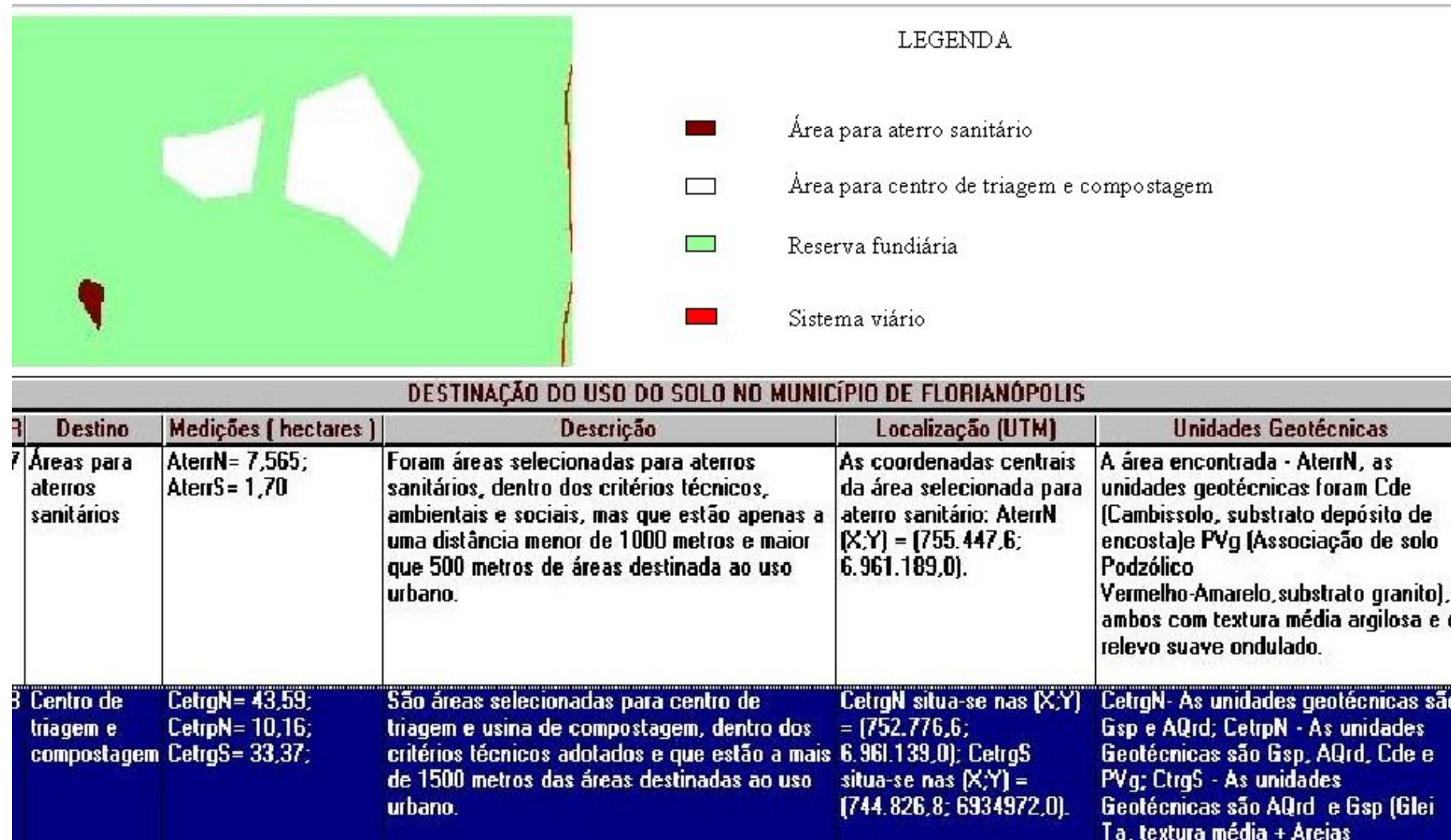


Figura 6.2: Comunicação de Bancos de Dados: Áreas para Centro de Triagem e Compostagem

### 6.2.3 - Área para estação de transferência ou transbordo

Para obtenção da área para estação de transbordo ou estação de transferência, não foram utilizados critérios para a sua seleção na etapa de geoprocessamento, pois considerou-se que a área que atualmente está sendo ocupada para esta finalidade, apresenta características privilegiadas para continuação desta atividade.

Dentre as características, destacam-se a sua localização geográfica em relação à disposição espacial do Município. Ela está situada numa região central equidistante dos centros extremos de coleta de resíduos sólidos, ponto de convergência do sistema viário que corta o Município, tendo como limite a área de proteção ambiental (mangue do Itacorubi), o cemitério do Itacorubi e uma área residencial ocupada dentro dos limites do entorno da área de proteção ambiental (500 m), ocupação esta irregular, segundo a Legislação Ambiental Estadual.

Esta área que atualmente se destina a estação de transferência, sob coordenação da Companhia de Melhoramentos da Capital (COMCAP), trata-se de uma área deteriorada em processo de recuperação, e que no passado recebia os resíduos sólidos gerados no Município. Esta área era conhecida como lixão do Itacorubi.

A coordenada em projeção UTM (Universal Transversa de Mercator) de um ponto central da área utilizada para estação de transferência (Estransf) é (X;Y) = (745.503,9; 6.947.126,0) m, ficando próximo ao entroncamento da SC-401 com a SC-404, a margem direita do Rio Itacorubi.

As unidades geotécnicas que compõem esta área são SMsq (Solos Indiscriminados de Mangue, com textura arenosa e/ou argilosa) e Gsp (Glei Ta, textura média + Areias Quartzosas Hidromórfica + Solos Orgânicos), ambas do substrato sedimentos quaternários, relevo plano.

Na figura 6.3 está representado o interrelacionamento do banco de dados com as informações espaciais e alfanuméricas desta área selecionada para estação de transferência.



Áreas para o tratamento e disposição final de resíduos sólidos



## LEGENDA

- Área para estação de transferência
- Área de proteção ambiental
- Área de preservação permanente
- Área urbanizada
- Sistema viário

## DESTINAÇÃO DO USO DO SOLO NO MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS

IDR_ID	Destino	Medições ( hectares )	Descrição	Localização (UTM)	Unidades Geotécnicas
8	Centro de triagem e compostagem	CetrgN= 43,59; CetrpN= 10,16; CetrgS= 33,37;	São áreas selecionadas para centro de triagem e usina de compostagem, dentro dos critérios técnicos adotados e que estão a mais de 1500 metros das áreas destinadas ao uso urbano.	CetrgN situa-se nas [X;Y] = [752.776,6; 6.961.139,0]; CetrgS situa-se nas [X;Y] = [744.826,8; 6934972,0].	CetrgN- As unidades geotécnicas são Gsp e AQrd; CetrpN - As unidades Geotécnicas são Gsp, AQrd, Cde e PVg; CtrgS - As unidades Geotécnicas são AQrd e Gsp (Glei Ta, textura média + Areias Quartzosas Hidromórfica + Solos Orgânicos).
9	Estação de transferência	8,55	A área selecionada é o antigo lixão do Itacorubi, que foi desativado, mas que continua a ser utilizado com esta finalidade, pois é um área central do Município, ponto de convergência das principais vias, equidistante dos centros extremos de coleta.	Localiza-se na coordenada UTM [X;Y] = [745.503,9; 6.947.126,0]	As unidades geotécnicas são: SMSq (Solos Indiscriminados de Mangue, com textura arenosa e/ou argilosa) e Gsp (Glei Ta, textura média + Areias Quartzosas Hidromórfica + Solos Orgânicos), ambas do substrato sedimentos quaternários, relevo plano.

Figura 6.3: Comunicação de Bancos de Dados: Área para Estação de Transferência

### **6.3 – VERIFICAÇÃO “ IN LOCO” DO ATENDIMENTO DOS ASPECTOS TÉCNICOS E AMBIENTAIS DAS ÁREAS SELECIONADAS**

Para verificação das áreas selecionadas, utilizou-se o GPS (*Global Position System*) de navegação para localização espacial de cada área, através das coordenadas UTM (Universal Transversa de Mercator), com o intuito de constatar se as características específicas para cada área foram mantidas (item 4.2.3), segundo os critérios técnicos e ambientais estabelecidos e também relatar a realidade existente nas áreas e no entorno delas.

A área selecionada para aterro sanitário localiza-se em várias propriedades rurais de pequenas extensões, devido a sua forma alongada, cortando-as perpendicularmente. Constatou-se a presença de afloramento de rochas graníticas em alguns pontos da área, revelando que o substrato rochoso encontra-se a pouca profundidade. Confirmou-se a presença das unidades geotécnicas Cde (Cambissolo, substrato depósito de encosta) e PVg (Associação de solo Podzólico Vermelho-Amarelo, substrato granito). A área encontra-se aproximadamente abaixo da cota 10,00 (dez) metros, com declividade maior que a especificada pelo critério técnico. Situa-se a margem esquerda de um riacho, localizado na parte plana, com regime fluvial perene, apresentando pequena lâmina d'água. O leito do riacho escoar, paralelamente à área, sobre a unidade geotécnica AQrd (Areias Quartzosas das Rampas de Dissipação), inicialmente na direção Norte, em seguida na direção Leste, acompanhando a geomorfologia do terreno, ficando a mais de 300,00 (trezentos) metros da área. As informações espaciais quanto as áreas urbanizadas ou em processo de urbanização estavam corretas.

As áreas selecionadas para centro de triagem e compostagem, encontram-se as margens da rodovia SC – 401, após o trevo de acesso à Praia de Ingleses, ao Norte da Ilha de Santa Catarina e também ao Sul, no acesso novo, ligando a SC– 405 a localidade da Tapera.

As áreas ao Norte, selecionadas para centro de triagem e compostagem, estão localizadas em área de expansão urbana, com atividades ligadas ao comércio e a prestação de serviços, tanto para a atividade de turismo quanto para atividade agropecuária. Na

extremidade da área, em ambos os lados da rodovia, há dois conjuntos habitacionais construídos recentemente, informações estas que não constavam da base de dados, que foi atualizada em 1994 através de fotografias aéreas e em 1996 com imagens de satélites. As demais informações espaciais que foram utilizadas no geoprocessamento estão corretas.

As áreas ao Sul, selecionadas para centro de triagem e compostagem, são propriedades rurais, utilizadas para pecuária. Não há eletrificação e todas as informações espaciais utilizadas nas etapas do geoprocessamento estão corretas.

A área indicada para estação de transbordo ou estação de transferência, localiza-se próximo ao entroncamento da SC-401 com a SC-404, a margem direita do Rio Itacorubi, área adjacente ao mangue do Itacorubi, conforme figura 6.4. Nesta área, como parte do sistema de coleta e disposição final dos resíduos sólidos, está em operação a estação de transbordo da COMCAP (Companhia de Melhoramentos da Capital), local onde se realiza a descarga de veículos coletores e a carga dos veículos transportadores, levando tudo que foi coletado para o aterro sanitário em operação no município de Biguaçu.



**Figura 6.4: Fotografia aérea do local da estação de transferência**

#### 6.4 – ANÁLISE DO “SOFTWARE IDRISI FOR WINDOWS V. 2.0”, UTILIZADO NO GEOPROCESSAMENTO

O “software” utilizado na fase de geoprocessamento foi o “IDRISI FOR WINDOWS V. 2.0”, versão acadêmica. O seu desempenho foi satisfatório em quase todas as operações nas diversas etapas do processamento das informações espaciais e alfanuméricas.

Como o forte do “IDRISI FOR WINDOWS V. 2.0” é trabalhar com imagens, na estrutura matricial, formato “raster”, era de se esperar, como sendo uma versão acadêmica, encontrar limitações na conversão dos arquivos vetoriais para o formato “raster”, isto é, para a estrutura matricial.

A limitação encontrada foi durante a conversão de arquivos vetoriais para rasters. A limitação é na capacidade de processar arquivos vetoriais maiores que 16.000 (dezesesseis mil) pontos.

Para superar esta limitação, necessitou-se subdividir os arquivos vetoriais em vários arquivos menores, tornando as partes destes arquivos menores que 16.000 (dezesesseis mil) pontos, com isso, cada “layer” subdividido, transformou-se em um arquivo imagem (estrutura matricial).

Em seguida, as partes de cada arquivo individualizado, já no formato raster, foram unidas, através do menu principal do “software” utilizado - *Analysis / Mathematical Operations / OVERLAY* - em operação de adição, formando o todo, uma imagem matricial referente a uma informação espacial específica.

No entanto, superada a limitação do “software IDRISI V. 2.0”, versão acadêmica, todas as demais operações foram um sucesso, as quais contribuíram para o resultado deste trabalho: encontrar áreas para o tratamento e disposição final de resíduos sólidos.



## **CAPÍTULO VII**

### **CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA FUTUROS TRABALHOS**

#### **7.1 - CONCLUSÕES**

A metodologia adotada para seleção de áreas para o tratamento e disposição final de resíduos sólidos mostrou-se adequada. Ressalta-se que a atualização das informações espaciais inerente a cada feição, através dos produtos de sensoriamento remoto (fotografias aéreas e imagens de satélites) e a aplicação das técnicas de geoprocessamento, garantiram a confiabilidade dessas informações. Com os cruzamentos das informações espaciais e alfanuméricas, através das restrições e dos critérios técnicos, ambientais e sociais estabelecidos para cada finalidade, utilizando como meio o “software IDRISI FOR WINDOWS V. 2.0”, obteve-se os resultados esperados.

Quanto ao software utilizado para processar as informações espaciais, de acordo com os vários critérios estabelecidos para as diversas finalidades, na seleção de áreas para o sistema de tratamento e disposição final de resíduos sólidos, verificou-se ser uma ferramenta capaz de executar as operações de geoprocessamento, porém com limitação na conversão de arquivo no formato vetorial para arquivo no formato matricial. A conversão só se efetuou em arquivos menores que 16.000 (dezesesseis mil) pontos.

Quanto às áreas selecionadas para aterros sanitários, não são adequadas para esta finalidade, pois não atenderam totalmente as exigências estabelecidas nos critérios técnicos, ambientais e sociais, referente ao afastamento de 1.500 (mil quinhentos) metros das áreas residenciais. O perfil de solo na área selecionada ao Norte da Ilha de Santa Catarina era pouco profundo, devido ao afloramento de rochas (matacões) de origem graníticas, necessitando no entanto efetuar-se sondagens na área, para confirmar tal

constatação. A área selecionada ao Sul da Ilha de Santa Catarina, apenas de 1,7 hectares, localiza-se próximo à pista do aeroporto, aproximadamente 2.000,00 metros, área que está sendo utilizada como jazida para a pavimentação da avenida Beira Mar Sul e da camada de cobertura do aterro da Baía Sul.

Quanto as áreas selecionadas para centros de triagem e compostagem, que situam-se em regiões próximas dos centros geradores de resíduos, uma ao Norte e a outra ao Sul, na Ilha de Santa Catarina, verifica-se que são áreas estratégicas que devem ser consideradas pelo Município no planejamento futuro, na possibilidade de serem utilizadas com esta finalidade e também como áreas para implantação de empresas, com incentivos municipais, e que podem utilizar a matéria prima, resultante da etapa de triagem dos resíduos para confecção de novos produtos.

Quanto a área indicada para estação de transbordo ou estação de transferência, que se localiza numa posição geográfica estratégica dentro do território do Município, esta já está sendo utilizada com esta finalidade, no entanto, o seu funcionamento está sendo ameaçado pela expansão urbana.

O órgão de planejamento e o órgão gestor do sistema de coleta dos resíduos sólidos do município, devem em suas ações futuras, juntamente com a Universidade Federal de Santa Catarina, exigir o cumprimento da legislação ambiental, quanto a área de entorno do mangue do Itacorubi (Área de Proteção Ambiental), impedindo assim, a expansão imobiliária nesta área, por conseguinte, garantindo a área indicada como de utilidade pública essencial. Também, deveria forçar uma ação no sentido de expansão da área, anexando a propriedade ao lado que se encontra dentro do perímetro do entorno da área de proteção ambiental. Assim, a área além de funcionar como estação de transbordo, poderia se transformar em um centro de triagem e compostagem.

Finalmente, verifica-se que a metodologia adotada, utilizando técnicas de sensoriamento remoto e de geoprocessamento, e os resultados alcançados, podem servir de subsídios para o tomador de decisão operacionalizar de forma integrada o sistema de coleta e tratamento e disposição final dos resíduos sólidos, atendendo as exigências da Política Nacional de Proteção Ambiental e também do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro.

## **7.2 – SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS**

Como sugestões para futuros trabalhos, ligados a metodologia aplicada nesta pesquisa e também para estudos mais detalhados das áreas selecionadas para o sistema de tratamento e disposição final de resíduos sólidos de Florianópolis, sugere-se que:

- 1) Se for de interesse público, do órgão gestor do sistema integrado de resíduos sólidos, ou de interesse acadêmico, as áreas selecionadas sejam levantadas com estudos mais detalhados de geotecnia, inclusive com levantamentos planialtimétricos, numa escala compatível para projetos (escala cadastral 1: 2000);
- 2) Outra pesquisa utilize uma metodologia diferenciada para o mesmo tema, para que esta sirva de parâmetros de comparação e que os resultados encontrados e confrontados, valide a sua aplicação na etapa de seleção de áreas para o sistema de tratamento e disposição final de resíduos sólidos;

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT: **Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos – Procedimento. (NBR-8419)** Rio de Janeiro, 1984, 13 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT: **Apresentação de projetos de aterros controlados de resíduos sólidos urbanos – Procedimento. (NBR-8449)** Rio de Janeiro, 1985, 9 p.
- ARNOFF, S.: **Geographic information system: a management perspective**, WDL publications. Ottawa, Canada, 1991. 249p.
- AZEVEDO, Mônica de A.: **Compostagem de Resíduos Sólidos Orgânicos – Aspectos Teóricos e Operacionais**. Viçosa. Universidade Federal de Viçosa. 1997. 44 p.
- BAASCH, S. S. N.: **Um Sistema de Suporte Multicritério Aplicado na Gestão dos Resíduos Sólidos nos Municípios Catarinenses**. Tese de Doutorado. EPS/UFSC. Florianópolis, 1995.
- BENTLEY SYSTEMS INC.: **Database Guide - Microstation V. 5 - Academic Suite**. Exton, PA, USA, 1995.
- BRASIL. Ministério da Agricultura - Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. **Código Florestal**. Lei nº 4771 de 15 de setembro de 1965, IBDF. Brasília, 1980.
- BRASIL. Ministério da Fazenda. **Legislação Patrimonial; Bens Imóveis da União**. Brasília, Serviço do Patrimônio da União – SPU, 1988, 153 P.
- BRASIL. Ministério da Fazenda. **Instrução Normativa nº 01-1981**. Brasília, Serviço do Patrimônio – SPU, 1981, 62 p.
- BROLLO, M. J. et al: **Seleção Preliminar de Áreas para Disposição de Resíduos na Região Metropolitana de Campinas, SP**. In: 3º Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica. LAMGET/ECV/UFSC, ABGE, Florianópolis, OUT/1998. 11 p.

- BURROUGH, P. A.: **Principles of geographical information systems for land resources assessment**, Oxford University press. Oxford, 1992. 194p.
- BURROUGH, P. A.: **Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment**. Oxford University Press, New York, 1994.
- CÂMARA, G.: *Anatomia de sistemas de informações geográficas, visão atual e perspectivas de evolução*. In: *Sistemas de informações geográficas e suas aplicações na agricultura*, Brasília, DF, 1993. p: 37-59..
- CÂMARA MUNICIPAL DE FLORIANÓPOLIS. **CÓDIGO DE POSTURAS MUNICIPAL: LEI Nº 1.224/74**. D.O.E. 02/09/74. Paço Municipal de Florianópolis, SC, 1974.
- CÂMARA MUNICIPAL DE FLORIANÓPOLIS. **LEI Nº 3.290 de 01 novembro de 1989: DISPÕE SOBRE OBRIGATORIEDADE DA EXISTÊNCIA DE LOCAL ESPECÍFICO PARA A ESTOCAGEM TEMPORÁRIA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS**. D.O.E. 12/01/90. Paço Municipal de Florianópolis, SC, 1989.
- CÂMARA MUNICIPAL DE FLORIANÓPOLIS. **LEI Nº 3.541 de 21 de março de 1991: DISPÕE SOBRE A SEPARAÇÃO DE LIXO NAS ESCOLAS PÚBLICAS E PARTICULARES**. D.O.E. 21/03/91. Paço Municipal de Florianópolis, SC, 1991.
- CÂMARA MUNICIPAL DE FLORIANÓPOLIS. **LEI Nº 3.549 de 04 de abril 1991: DISCIPLINA A COLETA, DESTINAÇÃO E TRATAMENTO DO LIXO HOSPITALAR E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS**. D.O.E. 23/04/91. Paço Municipal de Florianópolis, SC, 1991.
- CÂMARA MUNICIPAL DE FLORIANÓPOLIS. **LEI Nº 3.824 de 25 de agosto de 1992: DISPÕE SOBRE O PROGRAMA DE SEPARAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS**. D.O.E. 03/09/92. Paço Municipal de Florianópolis, SC, 1992.
- CÂMARA MUNICIPAL DE FLORIANÓPOLIS. **LEI Nº 3.890 de 15 de dezembro de 1992: DISPÕE SOBRE SEPARAÇÃO, COLETA E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS RELATIVAS AOS RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE**. D.O.E. 23/12/92. Paço Municipal de Florianópolis, SC, 1992.
- CÂMARA MUNICIPAL DE FLORIANÓPOLIS. **LEI Nº 4.838 de 09 de janeiro de 1996: DISPÕE SOBRE DEPÓSITO DE LIXO PERECÍVEL EM**

- ESTABELECIMENTOS COMERCIAIS.** D.O.E. 11/01/96. Paço Municipal de Florianópolis, SC, 1996.
- CÂMARA MUNICIPAL DE FLORIANÓPOLIS. **LEI Nº 5.457 de 01 de março de 1999: AUTORIZA A CRIAÇÃO DE DEPÓSITOS DELIXOS.** D.O.E. 12/03/99. Prefeitura Municipal de Florianópolis, SC, 1999.
  - CARVALHO, B. N. R. de; LAPOLLI, É. M.; BARCIA, R. M.: “Geographic Information System to be Used in Municipal Environment Planning: Lawful Instrument to be Used on Soil Regulation”. **In:** EXPERSYS 96 – Int. SC. Commitee of IITT Fundamental Aspects and Ind. Applications of Art. Intel., Marne la Valle/France, 1996.
  - CANASSA, Edson Marco. **Planejamento de roteiros dos veículos coletores de resíduos sólidos urbanos.** Dissertação de Mestrado. EPS/UFSC, Florianópolis. 1992.
  - DAVISON DIAS, R. & MILITITSKY, J.: *Metodologia de Classificação de Perfis e Unidades Geotécnicas Desenvolvida na UFRGS.* **Revista Solos e Rochas**, Vol. 17, n. 2, 1994, p. .
  - DE MIO, G. & GANDOLFI, N.: *Cartografia Geotécnica da Região de Mogi-Guaçu, São Paulo.* **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, 1995, vol. especial, pg. 99 - 105.
  - DISPERATI, A. A.: **Mapas na Engenharia Florestal.** Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná. Curitiba, 1992, 41p.
  - EMBRAPA. **Zoneamento ecológico para plantios florestais no Estado de Santa Catarina.** Realizado por Antônio Carpanezi e outros. (EMBRAPA – CNPF. Documentos, 21). EMBRAPA E CNPF, Curitiba, 1998, 113 p.
  - EASTMAN, J. R.: **Idrisi for Windows version 2.0.** Clark University – USA. – 1997
  - EASTMAN, J. R.: **Idrisi for windows - Exercícios Tutoriais.** Tradução para o português por Hasenack, Heinrich. UFRGS, Porto Alegre, RS, 1998.
  - FRANZONI, A . M. B.; LAPOLLI, É. M.; ALVES, A. R. E; BASTOS, L. C.: “Remote Sensing Utilization for the Monitoring of the Sangão hidrographic Basin – SC”. **In:** Proceedings VII Symposium Resource and Environmental Monitoring, Rio de Janeiro/RJ, 1994.
  - FRANZONI, A . M. B.; ROSA JÚNIOR, J. L. da; LAPOLLI, É. M.; BASTOS, L. C.: “Sistema de Informações Geográficas: Seu Uso para a Atualização de Mapas

Temáticos”. **In:** XVII Congresso Brasileiro de Cartografia, Salvador/BA, agosto de 1995.

- GRANFPOLIS: **Plano básico de desenvolvimento regional**. Versão preliminar. Associação dos Municípios da Grande Florianópolis. Florianópolis, 1994.
- GUEDES JUNIOR, Alexandre. **Mapeamento Hidrogeológico da Ilha de Santa Catarina utilizando Geoprocessamento**. Dissertação de Mestrado – Área Cadastro Técnico Multifinalitário. CPGEC/CTC/UFSC: Florianópolis, 1999, 114 p.
- HERMANN, M. L. P.; ROSA, F. O.; REGO NETO, C. B.; MENDONÇA, M.; SILVA, J. T. N.; SILVA, A. D.; VEADO, R. W.: Aspectos ambientais dos entornos da porção Sul da Lagoa da Conceição. **Geosul**, Florianópolis, UFSC, 1986, pág. 07 a 41.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo demográfico – Santa Catarina**. IX Recenseamento geral do Brasil – 1980. Rio de Janeiro, RJ, 1980.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo demográfico – Santa Catarina**. X Recenseamento geral do Brasil – 1991. Série regional. Rio de Janeiro, RJ, 1991.
- INSTITUTO DE PLANEJAMENTO URBANO DE FLORIANÓPOLIS – IPUF. **Lei nº 2.193 de 29/01/85 – Dispõe sobre o zoneamento, o uso e a Ocupação do Solo nos Balneários da Ilha de Santa Catarina, Declarando-os Área Especial de Interesse Turístico, e dá outras Providências**. Florianópolis, 1985.
- INSTITUTO DE PLANEJAMENTO URBANO DE FLORIANÓPOLIS – IPUF. **Lei Complementar nº 001 /97 – Dispõe sobre o zoneamento, o uso e a ocupação do solo de Florianópolis e outras providências**. Florianópolis, 1997.
- IPT: **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado**. Coordenação Niza Silva Jardim ... et al. 1ª edição São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A.(IPT):CEMPRE, 1995 – (Publicação IPT 2163).
- JOLY, F.: **A cartografia**, Tradução de Tânia Pelegrini. Campinas - SP, Papirus, 1990.
- JUNIOR, Philippi A. **Sistema de Resíduos Sólidos: Coleta e Transporte no Meio Urbano**. São Paulo: CETESB- Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, 1996,182 p.

- LAPOLLI, É. M.; ZARDO, S. M.; VIEIRA, V. F.; MOREIRA, J. C.: “Mapa Ecológico: Uma Contribuição ao Planejamento Ambiental”, **In:** VI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Manaus/AM/BR, julho de 1990.
- LAPOLLI, É. M.; ZARDO, S. M.; LAPOLLI, F. R.; MOREIRA, J. C.; VIEIRA, V. F.: “Atualização de Elementos do Meio Ambiente Utilizando-se o Sistema de Informações Geográficas – SGI”, **In:** II Encontro de Sensoriamento Remoto Aplicado ao Planejamento Municipal, Serra Negra/ SP/BR, março de 1991.
- LAPOLLI, É. M.; ZARDO, S. M.; LAPOLLI, F. R.; MOREIRA, J. C.; VIEIRA, V. F.: “Metodologia para Integração de Elementos do Meio Ambiente Utilizando-se o Sistema de Informações Geográficas – SGI”. **In:** XV Congresso Brasileiro de Cartografia, São Paulo/SP/BR, julho de 1991.
- LAPOLLI, Édis Mafra: “**Processamento de Imagens Digitais: Uma Abordagem Utilizando Conjuntos Difusos**”. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis/SC/BR, 1994.
- LIMA, Samuel do Carmo. *Escolha de uma área para aterro sanitário e a sua implantação - estudos ambientais*, **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, Universidade Federal de Uberlândia, 1990, ano 2, nº 3, pág. 63 a 68.
- LOCH, Carlos; LAPOLLI, Édis M.: **Elementos Básicos da Fotogrametria e sua Utilização Prática**. Ed. da UFSC. Florianópolis, 1989, 87 p.
- LOCH, R. E. N.: Algumas Considerações sobre a Base Cartográfica. **In:** 1º Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário – COBRAC. **Anais**. Florianópolis, SC, 7 – 10 Agosto 1994. Tomo I p15-21.
- MARISCO, Nelson. **Atualização de Plantas Cadastrais com utilização de ortofotos digitais**. Dissertação de Mestrado – Eng. Civil, UFSC: Florianópolis, 1997, 150 p.
- MARQUES, M. A. M.: *Aterro Sanitário de Campinas (Delta I<sup>a</sup>) – Análise Comparativa entre o Mapeamento Regional e a Caracterização do EIA/RIMA*. **In:** 2º Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica. **Anais**. São Carlos – SP, 1996, p. 111 a 118.
- NASCIMENTO, F. M., et al.: Estudo hidrogeológico da Porção Oeste do Cinturão das Águas, Sul de Minas Gerais, com o emprego de dados TM/LANDSAT-5 e utilização de Sistema de Informações Geográficas. **In:** Congresso Brasileiro de Geologia. **Anais**. Camboriu, SC, 1994.



- NASCIMENTO, G. A.: **Mapas e Dados em Meio Digital – Uma aplicação à Drenagem Urbana: Bacia do Itacorubi, Florianópolis –SC.** Dissertação de Mestrado - Área Cadastro Técnico Multifinalitário. CPGEC/CTC/UFSC. Florianópolis, 1998, 119 p.
- OLIVEIRA, W. E.: “*Resíduos sólidos e poluição ambiental. Uma orientação às administrações municipais*”, in **Administração Paulista**, 1976, vol. XXVII, jan.-abril.
- ORTH, Dora Maria / CNPq: **Mapas elaborados dentro do Projeto Integrado CNPq**, Processo nº523287/96 – 8(NV) : Avaliação do Uso e Ocupação do Solo Urbano na Ilha de Santa Catarina. Período (03/1997 a 02/2001). Coordenação Dra. Dora Maria ORTH. LABGEO/ECV/UFSC. Florianópolis, 1999.
- PAULINO, L. A. e CARNEIRO, A. T. F.: *Base de Dados Gráficos para Sistemas de Informações Geográficas (SIG's)*. In: 3º Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário e 1º Encontro de Cadastro Técnico Multifinalitário para países do MERCOSUL. **Anais em CDRoom.**, Florianópolis, SC, Outubro de 1998.
- PEREIRA NETO, J. T.: **Manual de Compostagem – Processo de Baixo Custo.** Belo Horizonte: UNICEF - Fundo da Nações Unidas para a Infância, 1996. 56p.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE FLORIANÓPOLIS (PMF): **Relatório/Consulta Nacional sobre a Gestão do Saneamento e do Meio Ambiente Urbano: Consulta Local – Florianópolis/SC.** Florianópolis, 1994, pg. 130.
- RENUNCIO, L. E.: **Integração do Cadastro Técnico Multifinalitário a Sistemas de Informações Geográficas Visando Implantação de um Reservatório para Abastecimento de Água no Município de Cocal do Sul-SC.** Dissertação de Mestrado. ECV/UFSC, 1995.
- RODRIGUES, R. M.; MOREIRA, J.C.; VEADO, R. W.; ZARDO, S.M.; LAPOLLI, É. M.: “Metodologia Aplicada en la Generacion de Carta Temática utilizando el Sistema de Tratamiento de Imagens – (SITIM-150) y el Sistema de Informaciones Geográficas – (SGI)”. In: V Simpósio Latino Americano de Percepción Remota. Cuzco/Peru, abril de 1991.
- RODRIGUES, R. M.; MOREIRA, J.C.; LAPOLLI, É. M.; ZARDO, S.M.; VIEIRA, V. F.: “Utilização do Sistema de Informações Geográficas (SGI) no Mapeamento do

- Uso do Solo – Lagoa da Conceição – FPOLIS – SC”. **In:** XV Congresso Brasileiro de Cartografia, São Paulo/SP/BR, julho de 1991.
- ROSA, R. & BRITO, J. L. S.: **Introdução ao Geoprocessamento: Sistema de Informação Geográfica**, UFU, Uberlândia, 1996.
  - ROSSETTO, Adriana Marques: **Fatores Influentes na Implantação de Sistemas de Informações Geográficas em Prefeituras de Médio Porte: um Estudo de Caso**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Curso de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1998, 105 p.
  - SALAMA, R. B., et. al. **Identification of áreas de recharge and discharge, using Landsat-TM satellite Imagery and aerial photography mapping techniques**. Journal of hydrology, 1994, vol. 162, n.1-2 pg. 119 a 143.
  - SANTOS, G. T.: **Integração de Informações Pedológicas, Geológicas e Geotécnicas Aplicadas ao Uso do Solo Urbano em Obras de Engenharia**. Porto Alegre, RS. Tese Doutorado, Departamento de Engenharia de Minas, UFRGS, 1997, 208.
  - SANTOS, G. T.; BUENO, L. S.; PAULINO, L. A.; VIEIRA, Sálvio José: **A utilização de SIG's nos estudos geotécnicos** In: 3º Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário e 1º Encontro de Cadastro Técnico Multifinalitário para países do MERCOSUL. **Anais em CDRoom**. GRUCATEC/ECV/UFSC. Florianópolis, SC, de 18 a 22 de outubro de 1998.
  - SANTOS, M. DO C. R.: **Manual de fundamentos Cartográficos e diretrizes gerais para elaboração de Mapas Geológico, Geomorfológico e Geotécnicos**. IPT, publ. IPT v. 1773. São Paulo, 1990.
  - SANTOS, M. A. & NASCIMENTO, J. A . S.: *A inserção da variável ambiental no planejamento do território*. **Revista da Administração Pública**. V.26 n. 1. P 6-12. 1992.
  - SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO URBANO E MEIO AMBIENTE – SDM: **O Parcelamento do Solo Urbano: Lei Estadual 6.063/82 e Lei Federal 6.766/79**. SDM / DURB / GEPLA. Florianópolis, 1997, 32 p.

- SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO URBANO E MEIO AMBIENTE – SDM: **Legislação Ambiental Básica do Estado de Santa Catarina**. SDM / FATMA. Florianópolis, 1995, 39 p.
- SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO URBANO E MEIO AMBIENTE – SDM: **Levantamento de Dados sobre Resíduos Sólidos Municipais no Estado de Santa Catarina**. SDM / DISA. Florianópolis, 1998, 90 p.
- SILVA, Luiz Cláudio Nunes da e VIEIRA, Sálvio José. **Resíduos Hospitalares: aspectos de higiene e segurança, um estudo de caso**. Monografia do Curso de Especialização em Segurança e Medicina do Trabalho. FEESC/CTC/UFSC. Florianópolis, 1991.
- SILVA, José Afonso da. **Direito Ambiental Constitucional**. São Paulo, Malheiros Editores Ltda, 1995, 2ª Edição, 243 pg.,.
- SOARES, S. R.: **Material didático da Disciplina de Resíduos Sólidos II**, ministrada no Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFSC, 1995.
- SOUZA, F. C. B.: **Integrando SIG's e MCDA..** Tese de Doutorado. EPS/UFSC. Florianópolis, SC 1999, p.154.
- STAR; J.& ESTES, J.: **Geographic Information Systems in Introduction**. Prentice Hall, New Jersey, USA, 1990.
- TEIXEIRA, L. A , MORETTI, E., CHRISTOFOLETTI, A .: **Introdução aos Sistemas de Informação Geográfica**, Edição do Autor, Rio Claro, 1992.
- TOWNSHEND, J. R. G.: Enviromental databases and GIS. **In:** Maguire, D. J., Goodchild, M. F., 14. Rhind, d. w. Geographical information systems. Principles and applications. Longman Scientific & Techical, New York, 1992. 327 p., p. 201 -205.
- UNESCO - IAEG. **Enginnering geological maps: a guide to their preparation**. Paris: The UNESCO press, 1976. 79p.
- VARGAS, C. G.: **A Disposição de Resíduos Sólidos em Área Degradada por Rejeitos da Mineração de Carvão: Análise do Aterro controlado de Forquilha – SC**. Dissertação de Mestrado do Curso de Geografia, CFH-UFSC. Florianópolis, 1998, p. 111.
- VIEIRA, Sálvio José; SANTOS, Glaci Trevisan: *A geotecnia como determinante do sistema local de tratamento de esgoto*. In: 3º Simpósio Brasileiro de Cartografia

- Geotécnica. **Anais em CDRoom**. LABMAG/ ECV/UFSC/ABGE. Florianópolis, SC, de 07 a 09 de outubro de 1998.
- VIEIRA, Sálvio José; LAPOLLI, E. M.; LAPOLLI, F. R.: *Escolha de áreas para o sistema de tratamento e disposição final de resíduos sólidos, Florianópolis - SC*. In: 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Anais em CDRoom**. ABES. Rio de Janeiro, 10 a 14 maio de 1999.
  - VIEIRA, Sálvio José; LAPOLLI, Édís Mafra: Metodologia Utilizando Técnicas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento na Seleção de Áreas para o Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos. **In**: III Jornadas de Educación en Percepcion Remota el Ambito del Mercosur. Universidad de la Serena – IV Región – Chile. 28 al 30 de octubre de 1999.
  - XAVIER DA SILVA, J.: *Geoprocessamento e análise ambiental*. **Revista Brasileira de Geografia**, 1992. vol. 54, p. 47-61.
  - WEBER, E. J. : **Uso de sistemas de informação geográfica como subsídio ao planejamento em áreas agrícolas. Um caso no planalto do Rio Grande do Sul**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia. Dissertação de Mestrado. 1995. 80 p.
  - ZIMMERMANN, Cláudio César. **Análise da ocupação predial em terrenos de marinha utilizando técnicas de sensoriamento remoto**. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Civil. ECV/UFSC, Florianópolis, 1993, 114 p.
  - ZUQUETTE, L. V.: **Análise crítica da cartografia geotécnica e proposta metodológica para condições brasileiras**. Tese (doutoramento)- EESC/USP. São Carlos, 1987. 673p.
  - ZUQUETTE, L. V., GANDOLFI, N.: *Mapeamento Geotécnico Aplicável a Rejeitos Sépticos*. In: 5º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia. **Anais**. Associação Brasileira de Geologia, São Paulo – SP, 4 a 8 Outubro de 1987, V. 2, p. 313 a 322.

## **APÊNDICE 1**

